سلسلۂ نصابات علوم جامعۂ عثمانیہ

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز

(حصۂ دوم)

مصنفہ

ایوارٹ ایس - اینڈریوز

بی - ایس سی (لندن) - ایم آئی سی ای + ایم آئی اسٹرکٹ ای وغیرہ

مترجمہ

مولوی ضیاء الدین صاحب انصاری ایم - اے (عثمانیہ) - بی - ایس سی آنرز (مانچسٹر)

پروفیسر سول انجینیری کلیہ انجینیری جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی

سنہ ۱۳۶۰ھ م سنہ ۱۳۵۰ف م سنہ ۱۹۴۱ء

دارالطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز

حصّۂ دُوُم

باب ۱۱ تا باب ۱۸۱ (ختم کتاب)

فہرست مضامین

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز

حصۂ دوم

گیارہواں باب

صفحہ

ڈھانچے

بارھواں باب

ستون، کھم اور داب روک

صفحہ

تیرھواں باب

معلق پُل اور کمانیں

چودھواں باب

صفحہ

چنائی کی تعمیریں ۵۵۳

پندرھواں باب

محکم کنکریٹ اور مماثل تعمیریں ۶۱۴

سولھواں باب

صفحہ

سترھواں باب

صفحہ

اٹھارواں باب

پلوں اور گرڈروں کی تجویز

حصہ دوم

گیارہواں باب

ڈھانچے

تمہید — نظریے میں ڈھانچہ متعدد سیدھی سلاخوں پر مشتمل ہوتا ہے جو سروں پر "کیل جوڑوں" کے ذریعے ملی ہوئی ہوتی ہیں۔ اگر تمام سلاخوں کے مرکزی خطوط ایک ہی مستوی کے اندر ہوں تو ڈھانچہ کو "مستوی ڈھانچہ" کہا جاتا ہے۔ اگر مختلف مستویوں میں ہوں تو فضائی ڈھانچہ کہا جاتا ہے۔

فی الحال ہم صرف مستوی ڈھانچوں سے بحث کرینگے۔

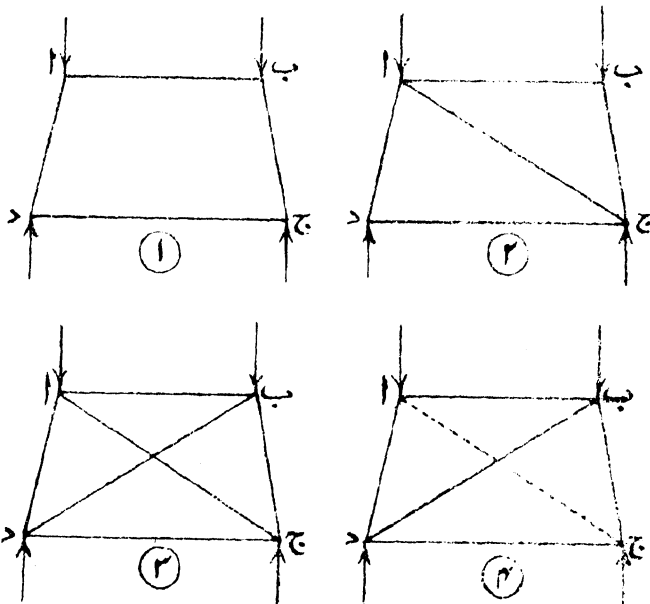
ڈھانچہ اس طرح تجویز کیا جاتا ہے کہ جہاں تک ممکن ہو اس کے ارکان میں صرف خالص تناؤ یا فشار پایا جائے خماؤ کے زور نہ پیدا ہوں۔ یورپ کے دیگر ممالک (یعنی برطانیہ کو چھوڑ کر) اور امریکہ میں عام دستور یہ ہے کہ ڈھانچوں میں جوڑ کیل دار رکھے جاتے ہیں لیکن برطانیہ میں جوڑ تقریباً ہمیشہ ریوٹ دار ہوتے ہیں۔ دونوں طریقوں میں کچھ نہ کچھ خوبیاں ہیں "کیل جوڑ" والے ڈھانچوں (یعنی قینچیوں) کے ارکان میں زور ریوٹ دار ڈھانچوں کی نسبت زیادہ تیقن کے ساتھ دریافت ہوسکتے ہیں لیکن کیلوں کی تجویز بہت تکلیف دہ ہے اور ایک کیل بھی ناکارہ ہوجائے تو غالباً سارا ڈھانچہ بیٹھ جائیگا۔ اس کے برخلاف ریوٹ دار جوڑ میں ایک دو ریوٹوں کے جواب دے دینے سے ناکارگی سے خبرداری ہوجاتی ہے۔

دونوں صورتوں میں زور اس مفروضے پر محسوب کیے جاتے ہیں کہ جوڑ کیل دار ہیں۔

یہ جوڑ اکثر "عقدے" کہلاتے ہیں۔

ڈھانچوں کے اقسام —— ڈھانچہ تین طرح کا ہوسکتا ہے: ناقص یا کم استوار، کامل یا استوار اور زاید محکم یا بیش استوار۔

ناقص یا کم استوار ڈھانچہ وہ ہے جس میں اتنی سلاخیں نہ ہوں کہ ہر قسم کے لداؤ کے تحت وہ تعادل میں رہ سکے۔ اس طرح کا ایک ڈھانچہ شکل ۱۳۲ (۱) میں دکھایا گیا ہے۔ اس پر عمل کرنے والی قوتوں کی چند خاص قیمتوں کے تحت ڈھانچہ تعادل میں رہیگا لیکن اگر قوتیں بدل جائیں تو بیٹھ جائیگا۔

کامل یا استوار ڈھانچہ وہ ہے جس میں اتنی سلاخیں ہوں، اور اس سے زیادہ نہ ہوں، کہ ہر قسم کے لداؤ کے تحت تعادل میں رہ سکے۔ اس طرح کا ایک ڈھانچہ شکل میں (۲) سے دکھایا گیا ہے۔

شکل ۱۳۲۔ ڈھانچوں کی اقسام

زائد محکم یا بیش اُستوار ڈھانچہ وہ ہے جس میں سلاخوں کی تعداد اس سے زیادہ ہو جو ہر قسم کے لداؤ کے تحت تعادل میں رکھنے کے لیے ضروری ہو اس طرح کا ایک ڈھانچہ شکل میں (۳) سے دکھایا گیا ہے۔

ناقص اور زاید محکم ڈھانچوں کی خرابیاں —— اگر ناقص ڈھانچہ بالکل کیل دار جوڑوں سے بنا ہوا ہو تو وہ غیر قایم تعادل کی حالت میں ہوگا۔ اگر اس کے جوڑ ریوٹ دار ہوں تو اس کی قائمیت جوڑوں کی استواری پر منحصر ہوگی اور اس کے ارکان میں خماؤ کے زور پیدا ہونگے حالانکہ ڈھانچہ کی غایت یہ ہے کہ ان سے بچیں۔ زاید محکم ڈھانچوں کے نقصانات حسب ذیل ہیں :-

(۱) جوڑ بٹھانے کی کسی خرابی یا تپش کی تبدیلی سے کسی رکن میں زور پیدا ہو تو دوسرے تمام ارکان میں زور پیدا ہو جاتے ہیں۔

(۲) ارکان کے زور کسی آسان ریاضیاتی یا ترسیمی عمل سے نہیں معلوم کیے جا سکتے۔

ایسے ڈھانچوں کو بعض اوقات "سکونیاتی طور پر غیر معین" کہا جاتا ہے۔ ان میں ارکان کے زور اور ان کی اضافی جسامتوں پر اور استعمال شدہ اشیا کے لچک کے خواص پر منحصر ہوتے ہیں۔ ان کو اقل کام کے اصول سے دریافت کیا جا سکتا ہے۔ موجودہ کتاب کی وسعت اس کی بحث سے قاصر ہے۔ جو طلبہ اس پر مزید معلومات چاہیں وہ ڈبلیو۔ ایچ۔ مارٹن کی کتاب "سکونیاتی طور پر غیر معین تعمیریں" کا مطالعہ کریں جو رسالہ انجینیرنگ نے شایع کی ہے۔

نیم رُکنی یا بیش رباطی ڈھانچے —— بعض ڈھانچے دیکھنے میں زاید محکم معلوم ہوتے ہیں لیکن کامل ڈھانچوں کا عمل کرتے ہیں اور ان کو کامل ڈھانچے سمجھا جا سکتا ہے شکل ۱۲۲ (۴) میں اس طرح کا ایک ڈھانچہ دکھایا گیا ہے۔ اس میں دو وتری سلاخیں ب د اور ا ج ہیں لیکن یہ دونوں صرف تناؤ کو برداشت کر سکتی ہیں اس لیے اگر لداؤ اس طرح کا ہو کہ ایک وتری سلاخ

مثلاً ا ج میں فشار پیدا کرنا چاہے تو یہ سلاخ کوئی عمل نہیں کریگی۔ گویا ڈھانچے میں صرف ایک وتری سلاخ ب د ہے۔

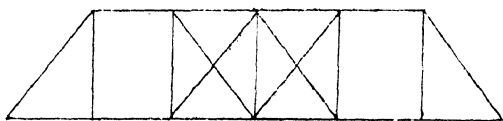
وتری سلاخیں ا ج اور ب د باہم رکن یا پیس رباط کہلاتی ہیں۔ اور عملاً عام طور پر استعمال کی جاتی ہیں خصوصاً ریل کے پلوں کی قینچیوں کے مرکزی خانوں میں جن میں بوجھ کے گزرنے سے وتری سلاخوں میں زور کا تعاکس واقع ہوتا ہے۔

کامل یا استوار ڈھانچے میں سلاخوں اور عقدوں کا ربط

ایک استوار ڈھانچے پر غور کرو جیسا کہ (۲) سے دکھایا گیا ہے۔

پہلی سلاخ د ج کو دو عقدے ہیں۔

اس کے بعد عقدہ ا کے لیے دو اور سلاخیں ا د اور ا ج درکار ہوتی ہیں۔

اسی طرح ہر عقدے کے لیے۔

شکل ۱۲۳

اس لیے اگر عقدے ن ہوں تو ان میں سے دو پہلی سلاخ کے لیے ہونگے اور باقی (ن-۲) عقدوں کے لیے ۲ (ن-۲) سلاخیں درکار ہونگی۔

∴ سلاخوں کی مجموعی تعداد = ۲ (ن-۲) + ۱ = ۲ ن - ۳ یعنی کامل ڈھانچے میں سلاخوں کی تعداد عقدوں کی تعداد کے دو گنے سے بقدر ۳ کے کم ہوتی ہے۔

اگر سلاخوں کی تعداد اس سے زیادہ ہو تو ڈھانچہ زاید محکم ہے اگر کم ہو تو ناقص ہے۔

اس باب کی اشکال میں جو ڈھانچے دیے گئے ہیں طالب علم اُن پر اس جانچ کا اطلاق کریں۔

اِس بیان کا عکس درست نہیں۔ ہوسکتا ہے کہ سلاخوں کی تعداد ۲ ن۔ ۳ ہو، اور ڈھانچہ پھر بھی کامل نہ ہو۔

شکل ع۱۲۳ میں اس کی ایک مثال دی گئی ہے۔ اِس صورت میں عقدوں کی تعداد ۱۲ ہے اور سلاخوں کی تعداد ۲۱۔ اس طرح یہ شرط پوری ہوتی ہے حالانکہ یہ ایک کامل ڈھانچہ نہیں۔

بندھن اور داب روک ــــ اگر کسی تعمیر کا کوئی رکن تناؤ کی حالت میں ہو تو اس کو بندھن کہا جاتا ہے، اور اس کی تجویز اُس آسان قاعدے سے عمل میں آتی ہے جو پہلے بیان ہو چکا ہے۔ اگر رکن فشار میں ہو تو اُس کو داب روک کہتے ہیں، اور اس کی تجویز میں جھکاؤ کی رعایت رکھنی پڑتی ہے جس کا طریقہ آئندہ سمجھایا جائیگا۔

مناسب ہے کہ ڈھانچوں کی نقشہ کشی میں بندھنوں اور داب روکوں میں تمیز کی جائے۔ اِس کے لیے ذیل کے طریقوں میں سے کوئی ایک اختیار کیا جاسکتا ہے:۔

(۱) داب روکوں کو موٹے خط سے بتعبیر کیا جائے اور بندھنوں کو باریک خط سے۔

یا (۲) بندھنوں کے علی القوایم چھوٹی سی ایک لکیر ڈالی جائے اور داب روکوں کے علی القوایم دو لکیریں۔ اِس طرح ا اور اا۔ یا اِن داب روکوں پر مثبت علامت اور بندھنوں پر منفی علامت لگائی جائے۔

ڈھانچوں کا لداؤ ــــ ڈھانچوں کو ہمیشہ عقدوں پر لدا ہوا سمجھنا چاہیے۔ اگر کسی سلاخ پر عقدوں کے درمیان کوئی بوجھ ہو تو وہ شہتیر کا عمل کریگی اور دونوں سروں کے عقدوں پر ردِ عمل پیدا ہونگے۔ اس مسئلے سے آگے چل کر بحث کی جائیگی۔

ڈھانچوں میں خمدار رکن ـــــ بعض صورتوں میں ڈھانچوں کے ارکان یا سلاخیں خمدار ہوتی ہیں۔ ان میں قوتیں (نہ کہ زور جیسا کہ سمجھا جاتا ہے) معلوم کرنے کے لیے خمدار سلاخوں کی بجائے سیدھی سلاخیں فرض کی جاتی ہیں۔ لیکن یہ یاد رہے کہ ان سلاخوں کو خارج المرکز بوجھ کے تحت تجویز کرنا ہوگا اور خماؤ کے زوروں کی رعایت رکھنی ہوگی جیسا کہ صفحہ ۲۱۸ پر سمجھایا گیا ہے نیز صفحہ ۴۲۲ پر کی مثال بھی دیکھو۔

کامل یا استوار ڈھانچوں کے زور

جب ایک کامل ڈھانچے پر عمل کرنے والی قوتیں ردِّ عملوں سمیت معلوم ہو جاتی ہیں تو ارکان کے زور ذیل کے طریقوں میں سے کسی طریقے سے معلوم کیے جا سکتے ہیں :-

(۱) کلارک میکسول کا متکافی شکل کا طریقہ۔

(۲) معیاروں یا تراشوں کا طریقہ، یا رِٹَر کا طریقہ۔

(۳) تحلیل کا طریقہ۔

اہم تعمیروں میں یہ کیا جاتا ہے کہ ان میں سے کسی ایک طریقے سے تمام ارکان کے زور معلوم کر لیے جاتے ہیں، پھر باقی دو طریقوں میں سے کسی ایک سے بعض ارکان کے زوروں کی صحت کی جانچ کی جاتی ہے۔

متکافی اشکال

دو اشکال کو جو ایک مستوی میں واقع ہونے والے خطوط اور نقاط پر مشتمل ہوں ایک دوسرے کا متکافی کہا جاتا ہے جب کہ

(۱) ایک شکل کے ہر نقطے یا عقدے کے متناظر جس پر چند خطوط ملیں

دوسری شکل میں ایک کثیر الاضلاع پایا جائے جس کے اضلاع کی تعداد یہی ہو۔
(۲) ایک شکل کے ہر خط کے متناظر دوسری شکل میں ایک متوازی خط پایا جائے۔
(۳) ایک شکل کے ہر اُس خط کے متناظر جو دو عقدوں کو ملاتا ہو دوسری شکل میں ایک خط پایا جائے جو ان عقدوں کے متناظر کثیر الاضلاعوں کا مشترک ضلع ہو۔
کلارک میکسول نے یہ کلیہ قایم کیا ہے کہ اگر ایسی دو شکلوں میں سے ایک ایک ڈھانچے کو تعبیر کرے جس پر قوتیں عمل کر رہی ہوں تو دوسری یعنی متکافی شکل اِن قوتوں کو اور ڈھانچے کے ارکان کے زوروں کو تعبیر کریگی۔
اِس طرح دیکھو متکافی شکل کھینچنے سے ڈھانچے کے زور تریسیا معلوم ہوجائینگے۔

مثال۔ سادہ چھت قینچی ــــ مثال کے طور پر شکل ۱۲۴ میں دکھائی ہوئی سادہ چھت قینچی لو۔ اس طریقے میں ہم سلاخوں یا قوتوں کے درمیان کی جگہوں کو تعبیر کرنے کے لیے بو (Bow) کا حروف اندازی کا طریقہ اختیار کرینگے۔ موجودہ مثال میں ہم عقدوں پر کے انتصابی بوجھوں کو مساوی مانتے ہیں۔ اس طرح ردِ عمل مساوی اور انتصابی ہونگے۔
متکافی شکل شروع کرنے کے لیے ایک انتصابی خط بطول (۲،۱) (۳،۲) وغیرہ قایم کرو جو کسی موزوں پیمانے پر قوتوں کو تعبیر کریں۔ ردِ عمل (۵،۴) مجموعی بوجھ کے نصف کے مساوی ہوگا اور اس سے نقطہ ۵ حاصل ہوگا جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔ قینچی کے بائیں سرے پر تین خطوط ملتے ہیں (۲،۵) (۲،۱) (۱،۵)۔ متکافی شکل میں اس کے متناظر ایک مثلث ہوگا۔ اس لیے (۲،۱) کے متوازی (۱،ل) اور (۵،۱) کے متوازی (۵،ل) کھینچو۔ ان کے تقاطع سے متکافی شکل کا نقطہ ل حاصل ہوگا۔ ل سے ا ب کے متوازی ل ب کھینچو، اور ۲ ا ب کے متوازی ۲ ب کھینچو۔ اِس سے نقطہ ب حاصل ہوگا۔ پھر ب ج ج کے متوازی ب ج اور

۵ ج کے متوازی ۵ ج کھینچو تو نقطہ ج حاصل ہوگا۔ اور علی ہذا۔

شکل ۱۲۴
سادہ چھت قینچیوں کے زور

نقشے کی صحت کی ایک جانچ یہ ہے کہ مکافی شکل کے آخری نقطہ ع کو نقطہ ۵ سے ملانے والا خط ڈھانچے کی سلاخ ع ۵ کے متوازی آنا چاہیے۔ تب مکافی شکل کے خطوط کے طول ڈھانچے کی تناظر سلاخوں کے زوروں کو اس پیمانے پر تعبیر کرینگے جس پر بوجھ کا خط کھینچا گیا تھا۔

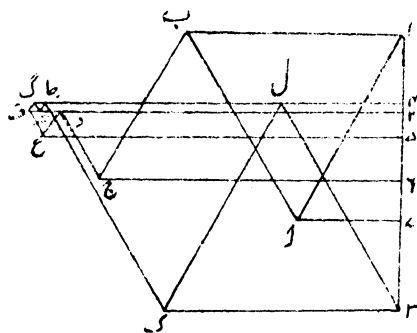
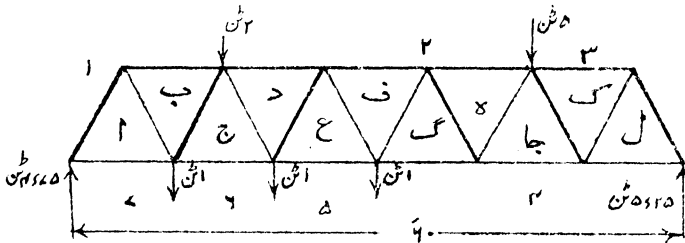
بندھنوں اور داب روکوں میں تمیز کرنا ــــــ ڈھانچے کے کون سے ارکان بندھن ہیں اور کون سے داب روک، یہ معلوم کرنے کے لیے

ذیل کا طریقہ اختیار کیا جاتا ہے اور یہ ہر قسم کے لداؤ کے لیے کارآمد ہے۔
فیتیش کے کسی ایک عقدے پر غور کرو جس پر ایک قوت کی سمت معلوم ہو مثلاً عقدہ لا لو۔ اس کے متناظر متکافی شکل میں کثیر الاضلاع ۲۱ اب ا ۱ ہے۔ قوت ۲۱ کی سمت معلوم ہے کہ انتصاباً نیچے ہے۔ اس لیے کثیر الاضلاع ۲۱ ب ا ۱ کے گرد تیر کے سرے کو اسی سمت سے شروع کرکے چلاؤ۔ پھر تیر کی ان سمتوں کو زیر غور عقدے پر ملنے والی متناظر سلاخوں پر لگاؤ۔ تب جس سلاخ کا تیر کا سر عقدے کی طرف ہو وہ سلاخ داب روک ہے، اور جس کا عقدے سے باہر کی طرف رہبری کرے وہ بندھن ہے۔ اس طرح عمل کرنے سے پایا جائیگا کہ تینوں سلاخیں ا ۱، ۱ ب اور ب ۲ داب روک ہیں۔
اب عقدہ ما پر غور کرو۔ اس کے متناظر کثیر الاضلاع ۵ ا ب ج ۵ ہے۔ چونکہ ا ب داب روک ہے اس لیے اس کا ما کے پاس کا تیر کا سر ما کی طرف ہوگا۔ اس طرح تیر کی سمت کثیر الاضلاع کے گرد ا ب، ب ج، ج ۵، ۵ ا ہو گی جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔ ان سمتوں کو ڈھانچے کے نقشے پر منتقل کریں تو معلوم ہوتا ہے کہ تینوں سلاخیں ب ج، ج ۵، ۵ ا بندھن ہیں۔
عملاً اکثر صورتوں میں دیکھ کر ہی کہہ دیا جاتا ہے کہ کوئی سلاخ داب روک ہے یا بندھن اور اس کا قاعدہ یہ ہے:۔ تصور کرو کہ سلاخ کو کہیں سے کاٹ دیا گیا۔ اب اگر قوتوں کا نظام اس کے طول کو بڑھانا چاہے تو سلاخ بندھن ہے اگر گھٹانا چاہے تو داب روک ہے۔

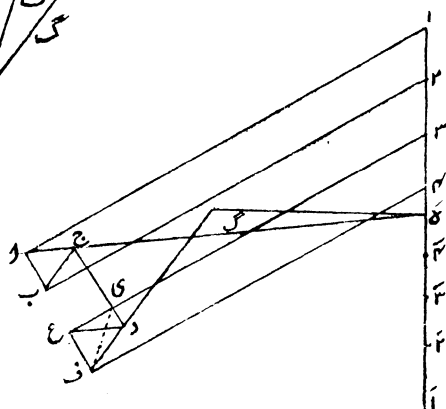
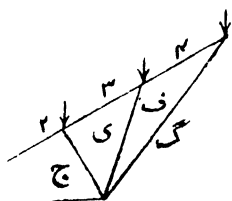
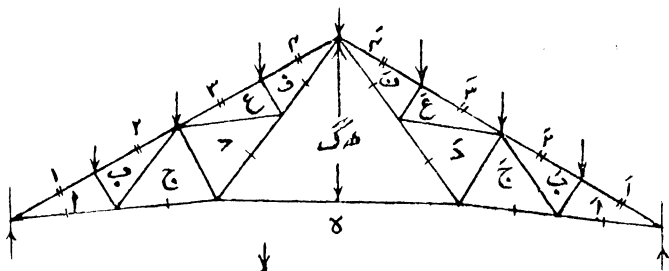
مثال۔ وارن گرڈر اور اس پر غیر متشاکل لداؤ

متکافی اشکال کی ایک اور مثال کے طور پر وارن گرڈر لو جس پر لداؤ شکل ۱۲۵ کے مطابق ہے۔
متکافی شکل کھینچنے سے پہلے ردِّ عمل معلوم کرنا ضروری ہے۔ ان ردّ عملوں کو معیاروں کے معمولی طریقے سے معلوم کیا جائے تو علی الترتیب بائیں اور دائیں سروں پر ۵۷ء۴ اور ۴۳ء۵ ٹن حاصل ہوتے ہیں۔ قوت کا ایک موزوں پیمانہ

لے کر ۱، ۲ اور ۲، ۳ قایم کرو جو علی الترتیب ۲ اور ۵ ٹن کو تعبیر کریں۔ پھر ۳، ۴ قایم کرو جو ردِّ عمل ۵ء۲۵ ٹن کو تعبیر کرے۔ پھر (۴، ۵) (۵، ۶) اور (۶، ۷) قایم کرو جن میں سے ہر ایک ۱ ٹن کو تعبیر کرے۔ صحت کی جانچ یہ ہوگی کہ ۷، ۱ سے ردِّ عمل ۷۵ء۴ ٹن حاصل ہونا چاہیے۔ اب حسب سابق عمل کرو یعنی ۱ ا کے متوازی ۱ ا اور ۷ ا کے متوازی ۷ ا کھینچو۔ پھر ا ب اور ا ب کے متوازی ا ب اور ا ب کھینچو۔ اور علیٰ ہذا۔ اس طرح وہ متکافی شکل حاصل ہوگی جو دکھائی گئی ہے۔ ل ۲ جو حاصل ہوگا وہ ل ۳ کے متوازی ہوگا اور یہ صحت کی ایک جانچ ہے۔

بعض پیچیدہ ڈھانچوں میں جانچ کا آخیر خط صحیح حاصل کرنے میں دقّت ہوتی ہے۔ ان صورتوں میں بہتر یہ ہے کہ متکافی شکل کو ڈھانچے کے دونوں سروں سے شروع کیا جائے۔ اس طرح غلطی بہت بڑی حد تک کم ہو جاتی ہے۔

شکل ۱۲۵۔ وارن گرڈر نامساوی طور پر لدا ہوا

متکافی اشکال کے مشکل پیش کرنے والے نقاط

—— بعض صورتوں میں یہ پایا جائیگا کہ کسی ڈھانچے کے لیے متکافی شکل کھینچنا شروع کریں تو ایک خاص نقطے پر پہنچ کر پھر آگے نہیں بڑھ سکتے - اگر دوسرے سرے سے کھینچنا شروع کریں تو اُدھر سے بھی ایک خاص نقطے سے آگے نہیں بڑھ سکینگے - یہ اُس وقت واقع ہوتا ہے جب کہ ایک ایسا نقطہ آجائے جہاں دو سے زیادہ سلاخوں کا زور نامعلوم ہو۔

شکل نمبر ۱۲۶ - فرانسیسی چھت قینچی کے زور۔

اس کی بہت عام مثال فرانسیسی قینچی ہے جو شکل ۱۲۶ء میں دکھائی گئی ہے آسانی کے لیے ہم لداؤ کو یکساں مانینگے اگرچہ کہ اس مسئلے کے لیے یہ ضروری نہیں معلوم ہوگا کہ جب متکافی شکل کا نقطہ ج آئیگا تو اس سے آگے نہیں بڑھ سکتے۔

اس مشکل کو ذیل کے طریقوں میں سے کسی طریقہ سے حل کیا جا سکتا ہے:-

(۱) ہ گ کا زور معیاروں کے طریقے سے معلوم کیا جائے، پھر متکافی شکل میں نقطہ گ سے واپس چلیں۔

جیسا کہ آگے چل کر دکھایا جائیگا معیاروں کے طریقہ سے ہ گ کا زور $\frac{م}{ھ}$ ہوگا جہاں م قوتوں کی وجہ سے نصل کے مرکز پر خماؤ کا معیار ہے اور ھ سلاخ ہ گ سے مگری تک کی بلندی ہے۔ اب متکافی شکل پر ہ گ قایم کرو جو اس قوت کو اختیار کردہ پیمانے پر تعبیر کرے۔ پھر گ سے الٹے چلنے سے نقاط ف، ع، د حاصل ہونگے۔

(۲) بار[1] کا طریقہ جو یہ ہے کہ وتری سلاخوں د ع اور ع ف کی بجائے صرف ایک سلاخ ے ف رکھی جائے۔ اب متکافی شکل کو جاری رکھ کر نقاط ی، ف اور گ حاصل کر سکتے ہیں۔ اب وتری سلاخیں د ع اور ع ف پھر لگا دو۔ اور نقطہ ف سے واپس چلو تو متکافی شکل پر نقاط د اور ع حاصل ہونگے۔

باقی نصف شکل بالکل اُسی طرح کھینچی جا سکتی ہے۔ اس لیے دکھائی نہیں گئی۔ یہ پایا جائیگا کہ یکساں لداؤ کے لیے خطوط ا ب اور ع ف ایک ہی خطِ مستقیم میں واقع ہوتے ہیں۔ اس لیے نقطہ ف اس طرح معلوم ہو سکتا تھا۔ لیکن یاد رہے کہ بے قاعدہ لداؤ کی صورت میں یہ درست نہیں۔

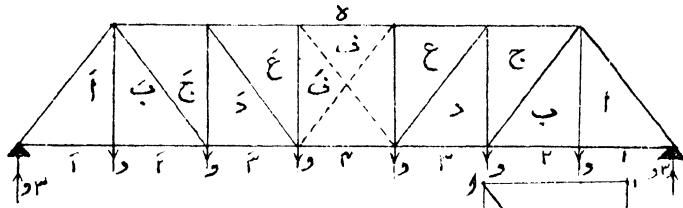
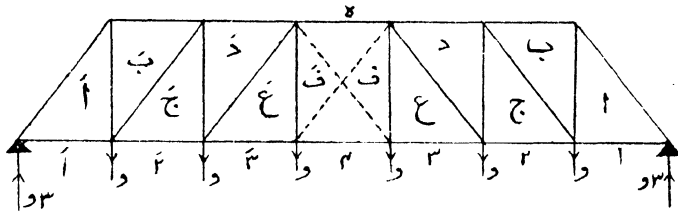
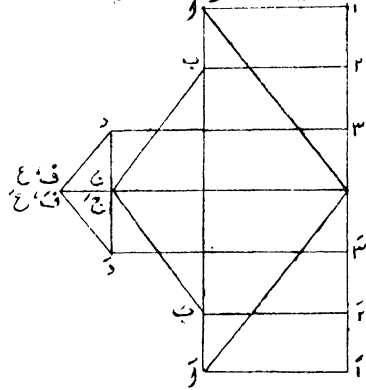
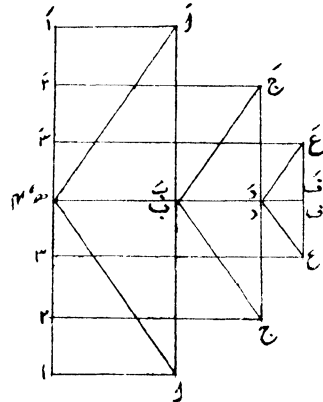
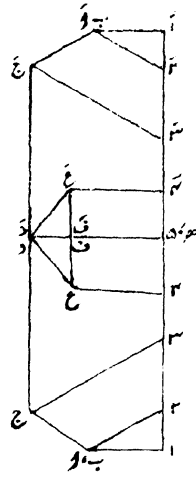
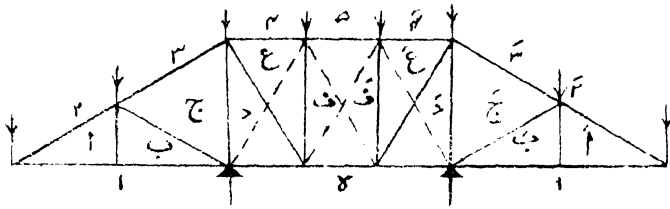
مختلف صورتوں کے لیے متکافی اشکال

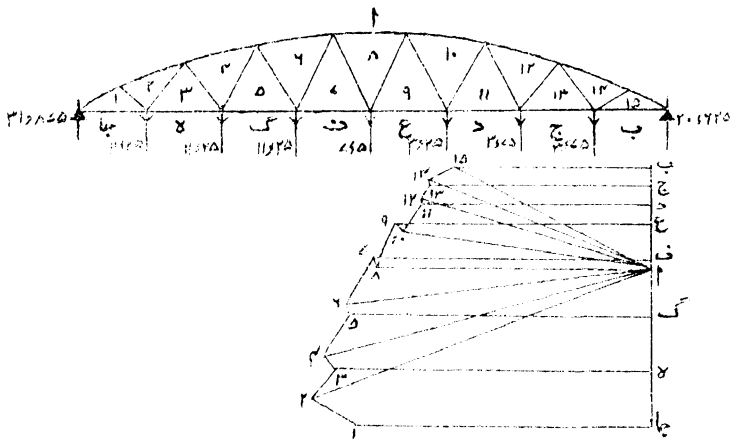
اشکال ۱۲۷ تا ۱۳۲ میں مختلف قسم کے ڈھانچوں کی متکافی اشکال دی گئی ہیں۔

طلبہ مشق بڑھانے اور اس عمل سے مانوس ہو جانے کے لیے ان کو کھینچ لیں تو اچھا ہے۔

[1] Barr's method

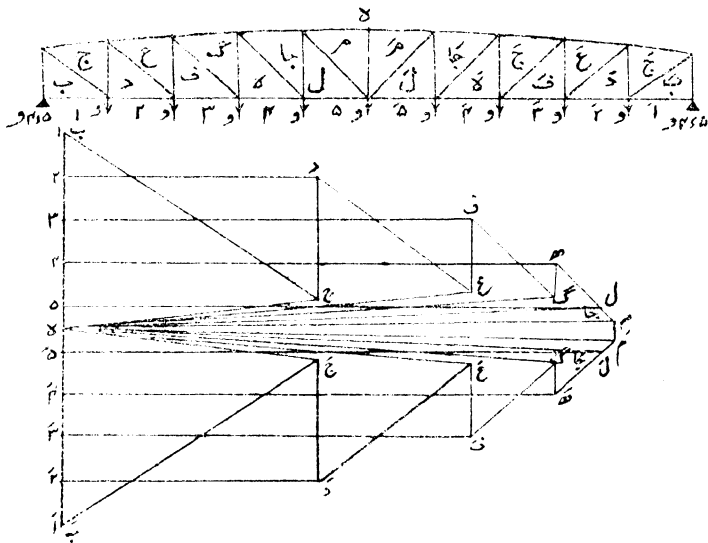
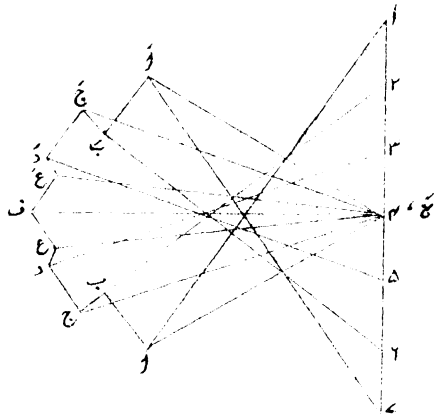
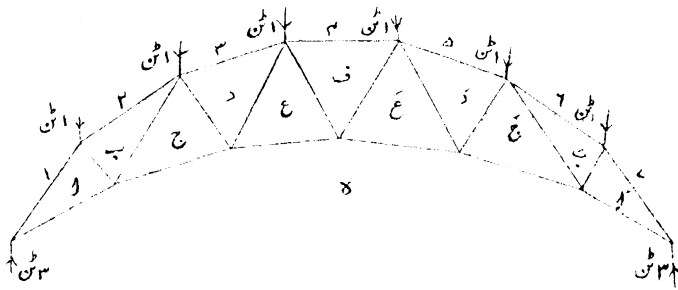
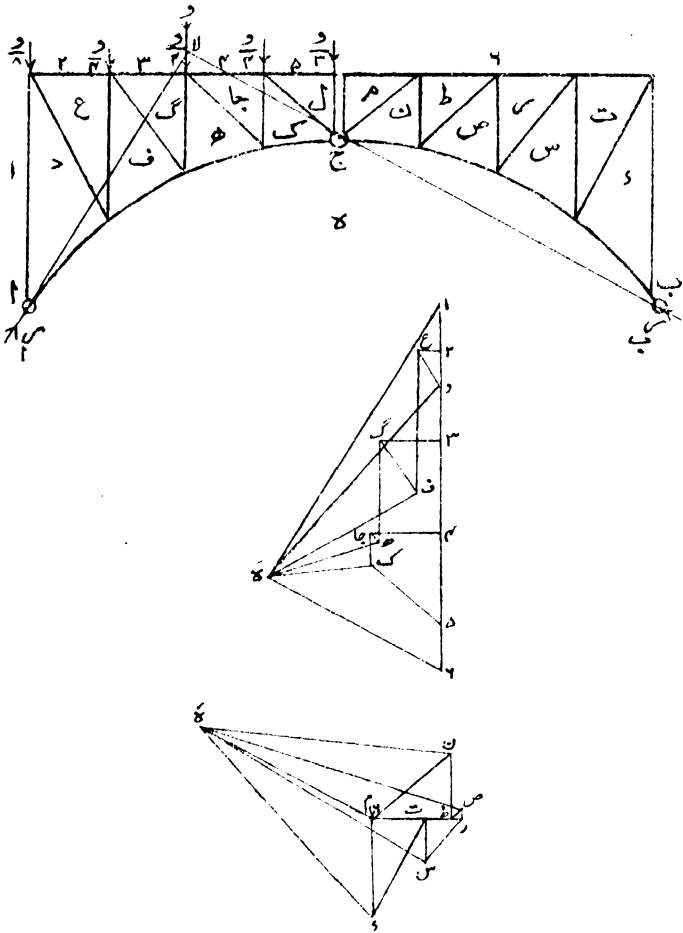
شکل ۱۲۷ - پریٹ اور "ن" قینچیاں

Pratt ھ

شکل ۱۲۸

اسٹیشن چھت قینچی

شکل نمبر ۱۲۹ ۔ کمان چلہ گرڈر نصف فصل پر زندہ بوجھ

شکل نمبر ۱۳۰ ۔ نوک پشت "ن" گرڈر

شکل ۱۳۱

ہلالی چھت قینچی

شکل ۱۳۲

قینچی جس کے دونوں حصّے کیل سے جڑے ہوئے ہیں۔

شکل ۱۳۲ کی قینچی کے لیے یہ عمل کیا جائیگا:۔

پہلے فصل کے ایک نصف پر کی قوتوں پر غور کرو۔ ان کو یکساں منقسم مانا جائے تو یہ شکل کے مطابق ہونگی۔ اب چونکہ ب اور ج پر کیل دار جوڑ ہیں اس لیے ردِ عمل ہیا کو ب اور ج دونوں میں سے گزرنا چاہیے کیونکہ دائیں طرف ہی ایک قوت ہے اس لیے ب ج کو ملاؤ اور خارج کرکے حاصل قوت و سے ملنے دو۔ اس نقطۂ تقاطع لا کو ا سے ملاؤ تو ہیا کی سمت بھی حاصل ہو جائیگی اور اب منکافی شکل کھینچی جا سکتی ہے۔ پیچیدگی سے بچنے کے لیے قینچی کے دونوں حصوں کے لیے منکافی شکلیں علیحدہ دکھائی گئی ہیں۔ دوسری جانب کی قوتوں کے لیے بھی زور اسی طرح حاصل ہو سکتے ہیں۔ اس کے بعد زوروں کو جمع کر دیا جائیگا۔

چھت قینچیوں پر ہوا کے دباؤ کے لیے منکافی اشکال۔

(اس سلسلے میں ضمیمہ صفحہ بھی دیکھو)۔ جن چھت قینچیوں کا فصل ۴۰ فٹ سے زیادہ ہو اُن کی تجویز میں یہ ضروری ہے کہ دونوں طرف کی ہواؤں سے پیدا ہونے والے زور معلوم کیے جائیں۔ اس میں سب میں بڑی دقت ردِ عملوں کی مقدار اور سمت کا تعین ہے۔ ان ردِ عملوں کو معلوم کرنے کے بڑے طریقے تین ہیں:۔

(۱) قینچی کے ایک سرے کو ثابت اور دوسرے کو پھرکیوں پر یا "آزاد" سمجھا جائے۔ آزاد سرے پر ردِ عمل انتصابی ہوگا۔

(۲) ایک سرے کو ثابت اور دوسرے کو ایک دھاتی تختی پر ٹکا ہوا سمجھا جائے۔ تب اس سرے پر ردِ عمل انتصابی سمت سے دھات پر دھات کی رگڑ کا زاویہ بنائیگا (جو تقریباً ۸° ہے)۔

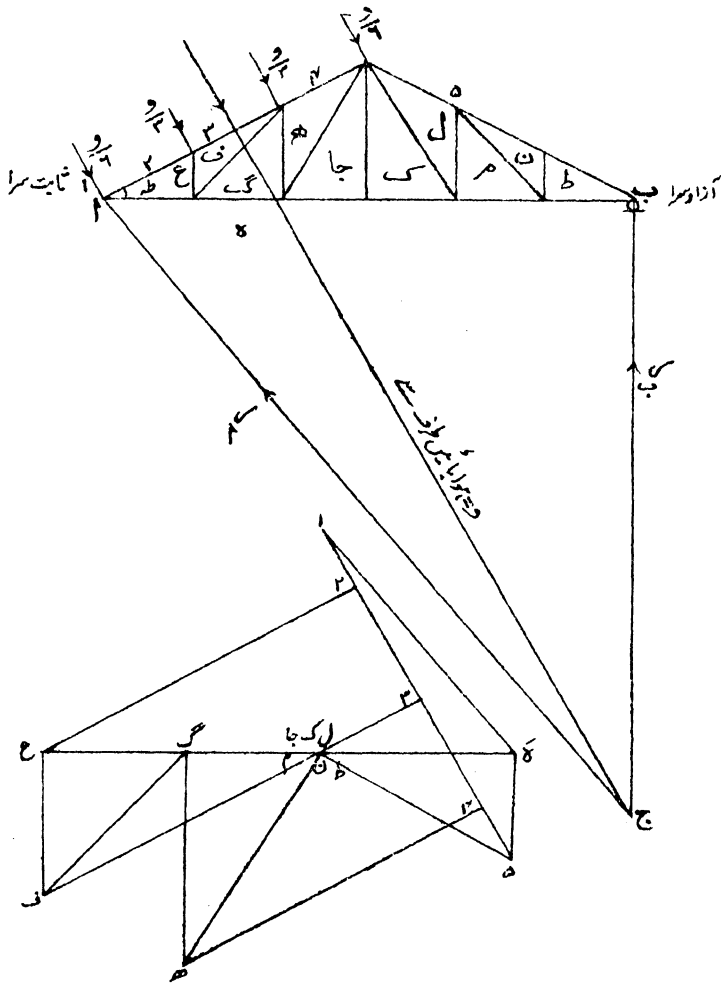
(۳) دونوں سروں کو ثابت اور دونوں ردِ عملوں کو ہوا کے حاصل دباؤ کے متوازی سمجھا جائے۔

اگرچہ بعض صورتوں میں قینچی کے ایک سرے پر پھرکیاں لگائی جاتی ہیں اور اس سے زیادہ صورتوں میں یہ کیا جاتا ہے کہ بولٹ شگاف دار سوراخوں میں

رکھے جاتے ہیں تاکہ اس میں حرکت کر سکیں لیکن عام طور پر ایسا کوئی انتظام نہیں رہتا اس لیے بادی النظر میں یہ خیال پیدا ہوگا کہ جن صورتوں میں ایسا انتظام نہ ہو ان میں تیسرا طریقہ سب میں زیادہ قابل اطمینان ہوگا لیکن بعض لوگ ان صورتوں میں بھی پہلے ہی طریقہ کو ترجیح دیتے ہیں کیونکہ اگر دونوں سرے ثابت ہوں تو بھی یہ نہیں کہا جا سکتا کہ دونوں سرے ہوا کی مساوی مزاحمت کریں گے۔ اور زور اکثر صورتوں میں پہلے طریقے میں شدید ترین ہوتے ہیں۔ کیونکہ پہلے طریقے میں فرض کیا جاتا ہے کہ افقی قوتوں کی ساری مزاحمت صرف ایک سرے یا سہار دیوار یا ستون پر عمل میں آتی ہے، اور تیسرا طریقہ فرض کرتا ہے کہ دونوں سرے مساوی مزاحمت کرتے ہیں۔

کون سا مفروضہ اختیار کیا جائے اس کا تصفیہ کر لینے کے بعد حسب ذیل عمل کیا جاتا ہے:

پہلے سیدھی کڑی والی چھت کی صورت پر غور کرو۔ شکل ۱۳۳ میں اس کی ایک سادہ صورت دکھائی گئی ہے۔ ہم فرض کریں گے کہ سرا ا ثابت ہے اور ب آزاد ہے اور ہوا ثابت سرے کی طرف سے چل رہی ہے۔ انتصابی سطح کے فی مربع فٹ ہوا کا کیا دباؤ لیا جائے اس کا تصفیہ کرنے کے بعد زاویہ طہ پر مائل سطح کے لیے دباؤ صفحہ ۴۰۷ کی جدول سے معلوم کیا جائیگا۔ ہوا کے زیر عمل سطح کے رقبے (یعنی کڑی کا طول × قینچیوں یا صدر کڑیوں کا درمیانی فاصلہ) کو دباؤ سے ضرب دینے سے ہوا کا مجموعی دباؤ د حاصل ہوگا جو کڑی کے علی القوائم اس کے مرکز پر عمل کرتا ہے۔

اب چونکہ سرا ب آزاد ہے، اس لیے اس سرے پر ردّ عمل ر۲ انتصابی ہوگا اس لیے ہوا کے حاصل دباؤ د کو خارج کر کے ب میں کے انتصابی خط سے ج پر ملنے دو۔ تعمیر پر صرف تین قوتیں ہیں ہوا کا دباؤ د اور دونوں ردّ عمل ر۱ اور ر۲، اور چونکہ تینوں قوتوں کو جو تعادل میں ہوں ایک نقطے پر ملنا چاہیے اس لیے ر۱ کو بھی ج میں سے گزرنا چاہیے۔ اس طرح ا ج سے ر۱ کی سمت حاصل ہوگی۔

شکل ۱۳۳

چھت قینچیوں پر ہوا کا دباؤ

ہوا کے دباؤ کو یکساں بوجھ سمجھا جاتا ہے اس لیے کڑی کے عقدوں پر
اس کی تقسیم ویسی ہوگی جیسی کہ شکل میں دکھائی گئی ہے۔ اب ہم متکافی شکل
کھینچ سکتے ہیں۔ ہوا کے دباؤ کے متوازی ایک خط ا، ۵ پر طول (۱، ۲) (۲، ۱) (۲، ۳)
وغیرہ قایم کرو جو ہر ایک عقدے پر کے دباؤ کو تعبیر کریں (۵، ہَ) انتصابی کھینچو
اور (ا، ہَ) س۲ کے متوازی۔ اِس سے نقطہ ہَ حاصل ہوگا۔ اب ہَ ع کو ہ ع
کے اور ۲ ع کو ۲ ع کے متوازی کھینچو، اور علیٰ ہذا۔ شکل کھینچنے کے بعد معلوم ہوگا
کہ متکافی شکل کے نقاط جا، ک، ل، م، ن، ط ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں۔
جس سے معلوم ہوتا ہے کہ کئی سلاخوں میں زور صفر ہے۔
اب ہوا کو دوسری جانب سے چلتا ہوا لو۔ شکل ۱۳۴ میں یہ صورت
دکھائی گئی ہے۔ نقطہ ج اس صورت میں نقطہ ب سے اُوپر واقع ہوتا ہے۔
متکافی شکل کی ساخت شکل کو دیکھنے سے سمجھ میں آ جائیگی۔

مُردہ بوجھ کے اور ہوا کے زوروں کو ملانا — مردہ بوجھ سے
اور دونوں طرف کی ہوا سے پیدا ہونے والے زور جب معلوم ہو جائیں (نوٹ ہوا کو
ایک بار اِدھر اور ایک بار اُدھر لینے کی بجائے یہ کیا جا سکتا ہے کہ ایک بار
اِس سرے اور ایک بار اُس سرے کو ثابت سمجھا جائے) تو اب اِن زوروں کو
ملانا ہوگا۔ اس کے لیے ان کو ذیل کی جیسی ایک جدول میں ترتیب دو۔

رُکن	زور (ٹن)				
	مُردہ بوجھ	ہوا دائیں طرف سے	ہوا بائیں طرف سے	اعظم زور	تغیر
مرس	+ ۲٫۳۵	+ ۳٫۳	- ۳٫۰۵	۵٫۶۵	۶٫۳۵

اگر تغیر کی رعایت کے لیے معاول مُردہ بوجھ والا طریقہ اختیار کیا جائے

(دیکھو صفحہ ۵۰۷) تو اس جدول میں معادل مردہ بوجھ کے ایک کالم کا اضافہ کیا جاتا ہے۔

اس طریقے سے زور کی ممکنہ وسعت حاصل ہوتی ہے کیونکہ ایک بار پُورا اُفقی دباؤ صرف ایک سرے پر اور دوسری بار صرف دوسرے پر مانا جاتا ہے۔ اس طرح یہ طریقہ اُس طریقے سے برتر ہے جس میں دونوں سروں کی مزاحمت مساوی فرض کی جاتی ہے۔

شکل ۱۳۴ ۔ چھت قینچی پر ہوا کا دباؤ

دونوں سروں پر ثابت چھت قینچی ــــ صورت (۳)

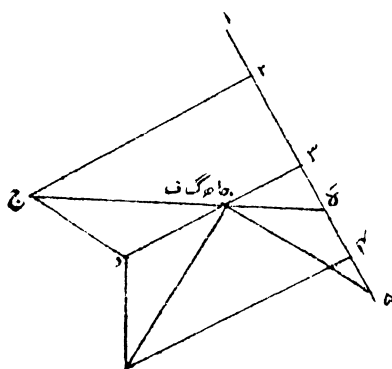
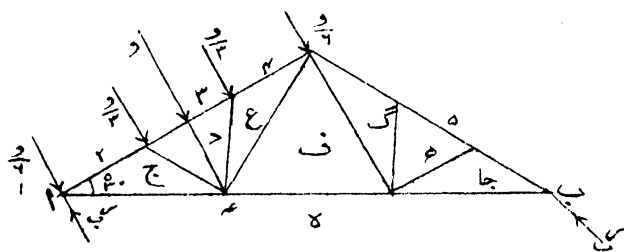
صفحہ ۱۱۴ کے لیے چھت قینچی کے لیے متکافی شکل آسانی سے ذیل کے طریقے سے حاصل ہو سکتی ہے :۔

فرض کرو کہ ہوا کی حاصل قوت و (شکل ۱۳۴ ا) ا ب کو ع پر قطع کرتی ہے۔ ہوا کی قوتوں کو ایک سمتی خط ۱ ۲ ...... ۵ پر قایم کرو اور اس کو ک پر اس طرح تقسیم کرو کہ

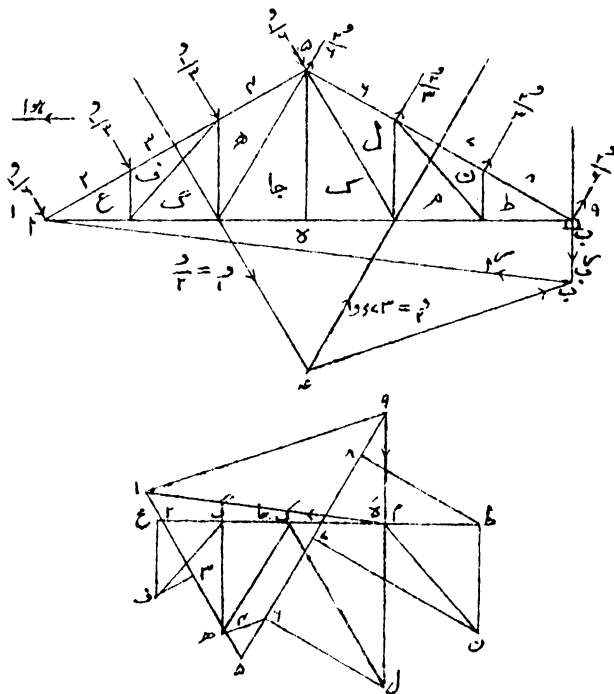
$$\frac{۱، ک}{۵، ک} = \frac{ع ب}{ع ا}$$

تب ۵، ک = ر ب

اور ۱، ک = ر ا

شکل ۱۳۴ ا۔ ہوا کے زور ــــ ردِ عمل متوازی

نقطہ ۵ معلوم ہو جانے کے بعد زور نقشہ بغیر کسی دِقّت کے حاصل ہو جاتا ہے اور دی ہوئی شکل سے سمجھ میں آجائیگا۔

چھت قینچی چوکس دباؤ کے ساتھ ـــــ شکل (۱۳۴ ب) میں

ہوا کی قوتوں کا نقشہ اسٹینٹن (stanton) کے تجربات صفحہ ۶۴ کے مطابق بنایا گیا ہے۔ ہوا کی یہ قوتیں ایک سمتی خط ۱، ۲ .... ۵، ۶ ... ۹ پر قائم کی گئی ہیں

شکل ۱۳۴ ب۔ چھتوں پر ہوا کا دباؤ (اسٹینٹن کے تجربات)

اور ہوا کی دونوں طرف کی قوتوں $و_۱$ اور $و_۲$ کے نقطۂ تقاطع ع میں سے قوت کے حاصل ۱، ۹ کے متوازی ایک خط کھینچا گیا ہے جو انتصابی ردِّ عمل ب ب کو نقطہ ج پر ملتا ہے۔ تب اسکے ردِّ عمل $ر_۱$ کی سمت ج ۱ ہوگی۔ اب سمتی شکل پر نقاط ۹

اور ا میں سے علی الترتیب ب اور ر کے متوازی خط کھینچے جائیں تو نقطہ ک حاصل ہوگا اور منکافی شکل آسانی سے کھینچ سکیگی شکل ۱۳۴ کے ساتھ مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ جوس دباؤ کی رعایت رکھی جائے تو ارکان کے زور کس قدر بدل جاتے ہیں۔

مُردہ بوجھ اور ہوا کے لیے متحدہ زور نقشے ـــــ اگر چاہیں تو مردہ بوجھ اور ہوا دونوں کے لیے ایک متحدہ متکافی شکل کھینچ سکتے ہیں۔ اس طریقہ سے اعظم زور اور ان کا تغیر حاصل کرنے کے لیے ضروری ہے کہ اس طرح کے دو متحدہ نقشے کھینچے جائیں ایک اس طرف کی ہوا کے لیے اور ایک اُس طرف کی ہوا کے لیے۔ لیکن اکثر یہ پایا جائیگا کہ ان دو نقشوں کا کھینچنا اُن تین علیحدہ نقشوں کے (یعنی ایک مردہ بوجھ کا اور دو ہوا کے) کھینچنے سے زیادہ تکلیف دہ ہے۔

شکل ۱۳۵ میں اس طرح ایک متحدہ نقشے کی مثال دی گئی ہے۔

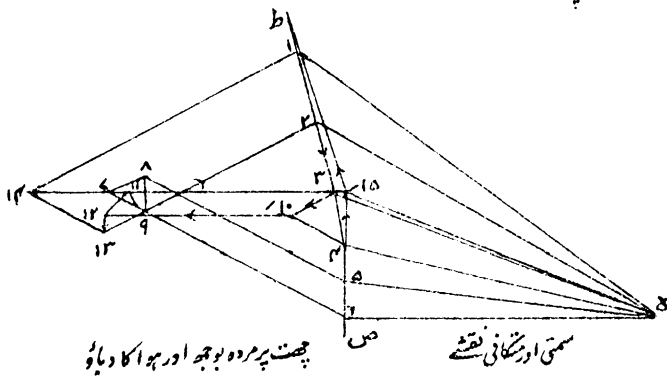
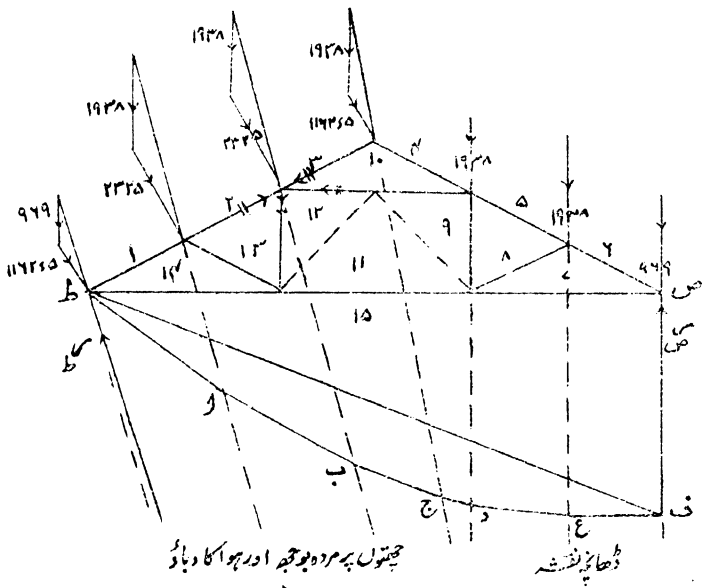
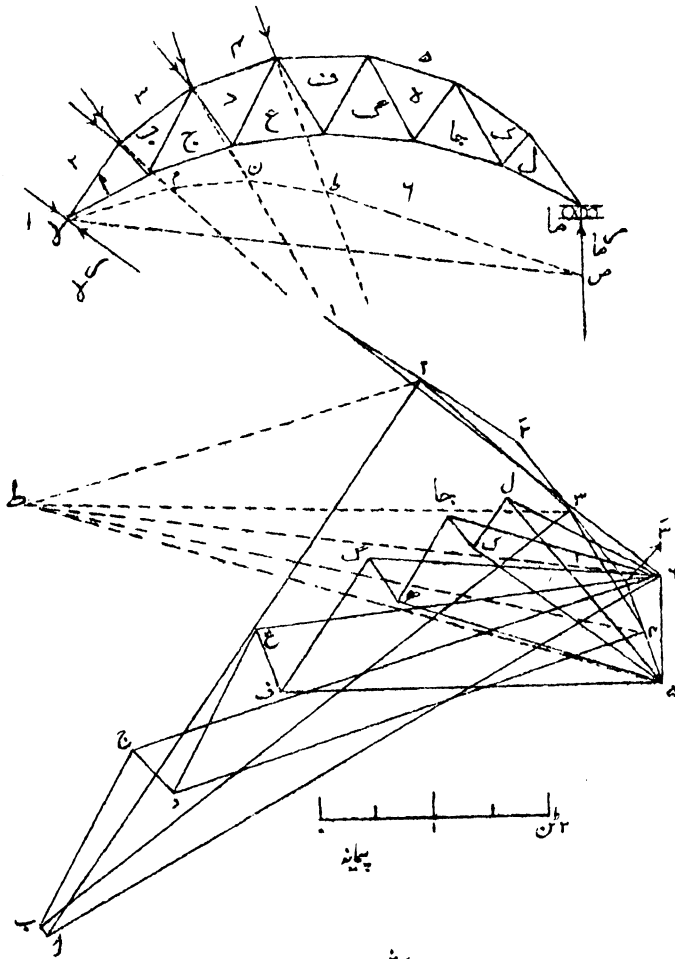
پہلے ہر ایک عقدے کے لیے مردہ بوجھ اور ہوا کے بوجھ کا حاصل معلوم کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ پہلے ردّ عمل معلوم کرنا ہوتا ہے اور اس کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ حسب ذیل طریقہ پر ریسمانی اور کثیر الاضلاع کھینچے جائیں: بوجھوں کو ایک سمتی خط ط، ۱، ۲، ۳، ...ص پر قایم کرو اور کوئی قطب ق لو۔ جس جانب متکافی شکل آنے والی ہے قطب اُس جانب نہیں بلکہ دوسری جانب ہو تو بہتر ہے۔ اب ثابت سرے ط سے شروع کرکے اور ریسمانی کثیر الاضلاع کے پہلے ضلع کو ق ا کے متوازی کھینچ کر ریسمانی کثیر الاضلاع ط ا ب ج د ع ف کھینچو۔ ط ف کو ملاؤ اور ق ۱۵ اس کے متوازی کھینچو جو ص میں کے انتصابی خط سے ۱۵ پر ملے۔ تب ص ۱۵ سے ص پر کا ردّ عمل ر ص اور ۱۵ ط سے ط پر کا ردّ عمل ر ط سمت اور مقدار میں حاصل ہوگا۔ ایک متبادل طریقہ جو اتنا آسان نہیں یہ ہے کہ ریسمانی اور سمتی کثیر الاضلاعوں کے ذریعے تمام قوتوں کا حاصل معلوم کیا جائے (اس کے لیے ضروری نہیں کہ ریسمانی کثیر الاضلاع کو ط سے شروع کیا جائے) اور حاصل کو خارج کرکے

انتصابی ردِّعمل سے ملنے دیا جائے جیسا کہ گزشتہ صورتوں میں کیا گیا ہے اور اس طرح ہا کی سمت حاصل کی جائے۔ اب منکافی شکل بغیر کسی دقت کے کھینچ جائیگی۔ منکافی کے ۱۵،۱۴ کو ڈھانچے کے ۱۵،۱۴ کے اور ۱۴،۱ کو ۱۴،۱ کے متوازی کھینچا گیا ہے۔ اس سے نقطہ ۱۴ حاصل ہوگا۔ اور علیٰ ہذا منکافی شکل شکل ۱۳۵ میں دکھائی گئی ہے اور اس میں یہ بھی دکھایا گیا ہے کہ عقدہ (۲، ۳، ۱۰، ۱۲، ۱۳) کی سلاخوں کے لیے بندھن یا داب روک ہونے کا تصفیہ کس طرح کیا جائیگا۔

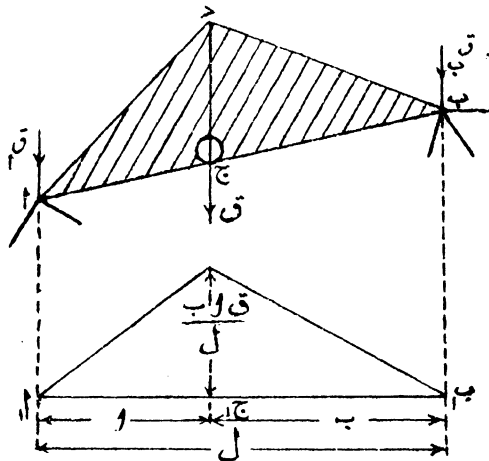
خمدار کڑی کی چھت پر ہوا کا دباؤ ——— یہ صورت گزشتہ صورتوں سے زیادہ پیچیدہ ہے کیونکہ ڈھال کے مطابق ہوا کے دباؤ کی مختلف حدتیں ہونگی۔ اس طرح کی صورت کس طرح حل کی جاتی ہے یہ شکل ۱۳۶ ا پر غور کرنے سے واضح ہوگا۔ اس چھت قینچی کا فصل ۵۰ فٹ اور ارتفاع ۸ فٹ ہے۔ عقدے دائروں کی قوسوں پر واقع ہیں قینچی کی گہرائی ۸ فٹ ہے۔ سرا لا ثابت ہے اور ما آزاد ہے اور ہوا ثابت سرے کی طرف سے چل رہی ہے۔ خانہ ۲ ا ۳ ب ۴ د کے میلان ناپنے سے علی الترتیب ۵۵°، ۴°، اور ۹° پائے جاتے ہیں۔ انتصابی سطح پر دباؤ ۵۶ پونڈ فی مربع فٹ اختیار کریں تو ان سلاخوں پر دباؤ (جدولوں یا تخمینوں کے ذریعے) ۴۹، ۳۹، اور ۲۳ پونڈ فی مربع فٹ ہونگے۔ ان دباؤں کو ہر ایک خانے کے رقبے یعنی خانے کا طول × صدر کڑیوں کے درمیان فاصلے سے ضرب دیں تو ان خانوں پر علی الترتیب قوت ۲، ۸، ۵، ۱، اور ۴، ۹ ٹن حاصل ہونگی۔ ان قوتوں کو ہر ایک خانے کے سروں پر مساوی تقسیم کرنے سے قینچی پر ہوا کی قوتیں حاصل ہونگی۔ اب ان قوتوں کو ایک سمتی خط پر قایم کرو یعنی ۲۱ = ۲۲ = ۲ ٹن ۳ب = ۳ب = ۷، ۹ ٹن، ۴ب = ۴د = ۴، ۵ ٹن۔ تب (۳،۲) کو اور (۳،۴) کو ملانے سے ڈھانچے پر حاصل قوتیں ۲، ۳ اور ۳، ۴ حاصل ہونگی۔ ردِّعملوں کی قیمت معلوم کرنے کے لیے عقدوں میں سے اُن پر کی حاصل قوتوں کے متوازی خطوط کھینچو اور کوئی قطب ط لو۔ پھر حسب سابق لا سے شروع کرکے ریسمانی کثیر الاضلاع لا م ن ط ص کھینچو جس کا پہلا ضلع ط ۲ کے متوازی ہو اور ط میں سے

چھتوں پر مردہ بوجھ اور ہوا کا دباؤ
ڈھانچہ نقشہ
چھت پر مردہ بوجھ اور ہوا کا دباؤ
سمتی اور مکانی نقشے

شکل ۱۳۵

شکل عـــ ۱۳۶

خمدار چھت قینچی پر ہوا کا دباؤ

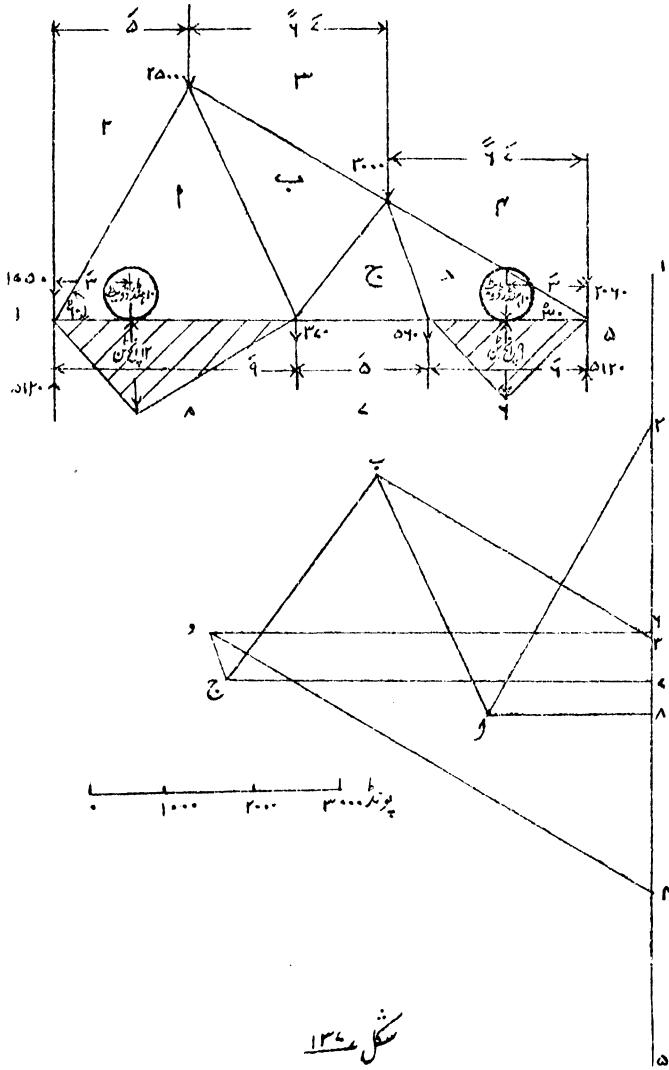
لا ص کے متوازی ایک خط کھینچو جو ۵ یں کے انتصابی سے ۶ پر ملے۔ تب ۶۵ = س م ا اور ۱۶ = س لا نقطہ ۶ کے حاصل ہوجانے کے بعد زور کا نقشہ آسانی کے ساتھ کھینچ لیا جاسکتا ہے لیکن اس کا بڑا خیال رہے کہ ۲ ۱ جیسے لمبے خطوط اپنی متناظر چھوٹی سلاخوں کے بالکل متوازی ہوں۔ بعض صورتوں میں جب کہ کام اہم ہو مناسب ہے کہ ایسی سلاخوں کے میلان محسوب کیے جائیں تاکہ ان کے بالکل متوازی خطوط کھینچے جاسکیں۔

ڈھانچوں کا لداؤ۔ مقامی خماؤ ۔۔۔ ڈھانچے کے زور معلوم کرنے کا جو طریقہ دیا گیا ہے وہ اس مفروضے پر مبنی ہے کہ بوجھ صرف عقدوں پر پڑتا ہے اور کوئی مقامی خماؤ نہیں پیدا ہوتا۔ اگر کسی صورت میں کسی رکن کے اوپر عقدوں کے درمیان بوجھ پڑے تو اس رکن پر خماؤ کا معیار ہوگا اور اس رکن کو ایک شہتیر سمجھنا ہوگا۔ اس بوجھ کی وجہ سے دونوں سروں کے عقدوں پر جو ردِ عمل ہونگے اُن کو عقدوں پر کا بوجھ سمجھ کر متکافی شکل حاصل کی جائیگی۔

شکل ۱۳۶ ا۔ ڈھانچوں میں مقامی خماؤ

فرض کرو کہ ا ب شکل ۱۳۶ الف کسی ڈھانچے کا ایک رکن ہے اور فرض کرو کہ ا اور ب کے درمیان نقطۂ ج پر ایک بوجھ ق عمل کرتا ہے تب ا اور ب کے درمیان ایک خماؤ کا معیار عمل کریگا جس کی مقدار اس طرح آسانی سے حاصل ہوجائیگی کہ افقی اساس ا، ب، پر ظل لیا جائے۔ اعظم خماؤ کا معیار $\frac{\text{ق ا ب}}{\text{ل}}$ ہوگا۔ پھر اس کا انتہائی ظل لے کر نقشے کو اساس ا ب پر قایم کیا جاسکتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اب کو بہتر سمجھنے سے ا اور ب پر ردِ عمل علی الترتیب $\frac{\text{و ب}}{\text{ل}}$ اور $\frac{\text{و ا}}{\text{ل}}$ ہونگے۔ اس لیے عقدوں ا اور ب پر ان کے مساوی بوجھ $\text{ق}_{\text{ا}}$ اور $\text{ق}_{\text{ب}}$ لگاؤ۔ اور ق کی بجائے $\text{ق}_{\text{ا}}$ اور $\text{ق}_{\text{ب}}$ شمار کر کے متنافی شکل حاصل کرو۔ ذیل کی عملی مثال سے اس کی وضاحت ہوجائیگی۔

ایک آری دانت چھت قینچی کا جو شکل ۱۳۷ میں دکھائی گئی ہے فصل ۲۰ فٹ ہے، اور اس پر ایک یکساں بوجھ ۴۰ پونڈ فی مربع فٹ زمینی خاکہ کے حساب سے ہے۔ صلہ کڑیاں ۱۰ فٹ کے فاصلوں سے ہیں۔ دُھرے بندھنوں کے اوپر رکھے گئے ہیں۔ ان کا محل شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ان کا بوجھ ۱۰ ھنڈر ڈویٹ فی قینچی ہے۔ زور نقشہ کھینچو اور اگر بندھن $\frac{1}{2}$ ۳″ × $\frac{1}{2}$ ۲ ۲′ × $\frac{1}{2}$″ کے دو زاویوں پر مشتمل ہوں جو $\frac{3}{4}$″ کے فصل سے رکھے گئے ہوں اور ان کا چھوٹا بازو افقی ہو اور نیچے ہو تو بندھنوں میں اعظم زور معلوم کرو۔

شکل ۱۳۷

آری دانت چھت قینچی اور مقامی خماؤ

دھروں کو چھوڑ کر بوجھ فی قینچی = ۴۰ × ۱۰ × ۲۰ = ۸۰۰۰ پونڈ۔ اس کی تقسیم کڑیوں پر حسب ذیل ہوگی:- سلاخ ۲ ا پر ۵ × ۱۰ × ۴۰ = ۲۰۰۰ پونڈ یعنی اس سلاخ کے ہر ایک عقدے پر ۱۰۰۰ پونڈ۔ سلاخ ۳ ب پر ۱۰ × ۷٫۵ × ۴۰ = ۳۰۰۰ پونڈ جس کا نصف ہر ایک سرے پر ہوگا۔ اِس طرح عقدہ ۲ ا ب ۳ پر بوجھ ۲ ا سے ۱۰۰۰ اور ۳ ب سے ۱۵۰۰ = کُل ۲۵۰۰، اب سلاخ ا ۸ پر ۱۰ ہنڈرڈ ویٹ کا جو بوجھ ہے اِس سے خماؤ کے معیار کا نقشہ شکل کے مطابق پیدا ہوگا۔ اس سے سروں پر ردِّ عمل تقریباً ۷۵۰ اور ۳۷۰ پونڈ ہونگے۔ اِس طرح مجموعی قوت ا۲ = ۱۰۰۰ + ۷۵۰ = ۱۷۵۰ پونڈ۔ سلاخ د ۶ پر کے بوجھ سے خماؤ کے معیار کا نقشہ شکل کے مطابق ہوگا اور اس سے دونوں سروں پر ردِّ عمل ۵۶۰ پونڈ ہونگے۔ قینچی کے دونوں سروں پر کے ردِّ عمل مجموعی بوجھ کے نصف یعنی ½ (۸۰۰۰ + ۲۲۴۰) = ۵۱۲۰ پونڈ ہونگے۔ اب اِن بوجھوں کو اِس طرح قایم کرو جس طرح شکل میں دکھایا گیا ہے اور متکافی نقشہ کھینچو۔ ایسے نقشے سے ناپنے سے معلوم ہوتا ہے کہ سلاخوں ا ۸ اور د ۶ کے زور علی الترتیب ۱۹۵۰ پونڈ اور ۵۲۵۰ پونڈ ہیں۔

نوٹ۔ ہم نے اس عمل میں فرض کیا ہے کہ بندھن کے تین حصے ہیں جن کے سروں پر کیل دار جوڑ ہیں۔ اگرچہ عملاً غالباً ایسا نہیں ہوگا۔

سلاخوں میں زور معلوم کرنے کے لیے جدولوں کو استعمال کرو۔ ہماری سابقہ ترقیم اختیار کرنے سے

آ = ۲ × ۳٫۲۰ = ۶٫۴۰

ب = ۲ × ۲٫۷۵۲ = ۵٫۵۰

$ق_ت$ = ۱٫۲۰، $ق_ث$ = ۲٫۳۰

∴ $مق_ت$ = ۶٫۴۰ / ۱٫۲ = ۵٫۳۳

$مق_ث$ = ۶٫۴۰ / ۲٫۳ = ۲٫۸۱

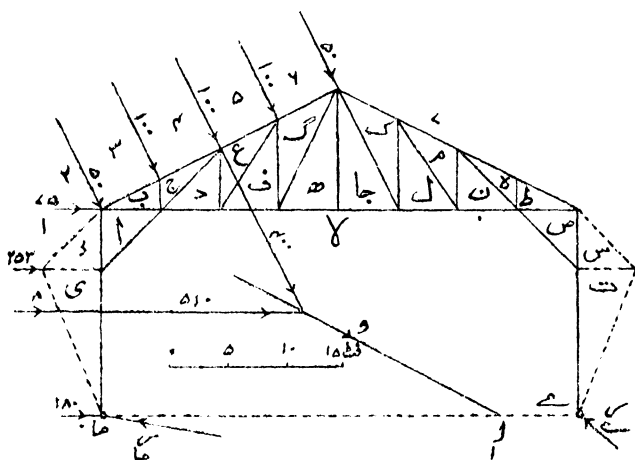
∴ سلاخ ا ۸ میں اعظم تفشی زور = د / ب + م / $مق_ت$

$$= \frac{1950}{2240 \times 5.50} + \frac{12}{5.38} = 2.4$$ ٹن فی مربع انچ

$$\text{اعظم فشاری زور} = \frac{\text{م}}{\text{مق}} - \frac{\text{د}}{\text{ب}}$$

$$= \frac{12}{2.81} - \frac{1950}{2240 \times 5.50} = 4.05$$ ٹن فی مربع انچ

سلاخ د ۶ میں اعظم تنشی زور

$$= \frac{5250}{2240 \times 5.50} + \frac{9}{5.38} = 2.09$$ ٹن فی مربع انچ

شکل ۱۳۸

چھت قینچی میں ترکیبی رباط بندی

شکل ۱۳۸ ا - چھت قینچی میں ترکیبی رباط بندی کے لیے زور کا نقشہ

چھت قینچی میں رُکبی رباط بندی ——— چھت قینچی میں ہوا کے مقابلے میں مزید استواری پیدا کرنے کے لیے اکثر "رُکبی رباط بندی" کی جاتی ہے جو شکل ۱۳۸ع میں سلاخوں ۲، ۷ اور ص، ۷ پر مشتمل ہے۔ چھت کو سنبھالنے والے ستونوں کو ما اور ے پر کیلوں کے ذریعے جڑا ہوا سمجھا جا سکتا ہے۔ اور قینچی کے زور معلوم کرنے کے لیے ہم فرض کرینگے کہ ستونوں کا سہارا اس طرح کا ہے کہ دونوں مساوی افقی قوت برداشت کر سکتے ہیں۔ اب گزشتہ صورتوں کی طرح کڑی پر ہوا کا حاصل بوجھ معلوم کرو اور پھر بازو کی جانب ہوا کا دباؤ معلوم کرو۔ ان کو خارج کر کے ملنے دو اور ان کا حاصل معلوم کرو۔ اور اس حاصل کو خارج کر کے ما ے سے ا پر ملنے دو (شکل ۱۳۸ع)۔ تب حاصل ۷، کا اس کے نقطۂ وسطی ج میں کے انتصابی پر افقی ظل ب ا د لو اور اس کو لا پر اس طرح تقسیم کرو کہ $\frac{\text{ب}_1\text{لا}}{\text{د}_1\text{لا}} = \frac{\text{ے د}_1}{\text{ما د}_1}$۔ متکانی شکل کھینچنے کے لیے پہلے ہم کو مزید رباط فرض کرنا پڑینگے جیسا کہ نقطہ دار خطوط سے دکھائے گئے ہیں۔ اس کے بعد کوئی دقت نہیں پیش آئیگی۔ رُکبی رباط اور ستون کے مقام اتصال پر ایک خماؤ کا معیار ہوگا جس کی مقدار ۷ ب ا × قاعدے سے مقام اتصال کا فاصلہ ہوگی۔

اگر ستون سروں پر مضبوطی کے ساتھ ثابت ہوں تو نقاط ما اور ے کو نصف بلندی پر لیا جا سکتا ہے۔

معیاروں یا تراشوں کا طریقہ

(اس کے ساتھ ضمیمہ صفحہ بھی دیکھو)

اس طریقے کو رِٹّر[1] کا طریقہ بھی کہا جاتا ہے کیونکہ رِٹّر نے اس میں

[1] Ritter

وضاحت پیدا کی اور کئی صورتوں پر اس کا اطلاق دکھایا۔ اس نے اس سے اپنی کتاب "پل اور چھتیں" میں تفصیل کے ساتھ بحث کی ہے۔ بعض صورتوں مثلاً متوازی کوروں کے گرڈروں میں یہ اتنا ہی سریع ہے جتنا کہ مکانی شکل والا طریقہ اور دوسری صورتوں میں متکافی شکل کے طریقے سے بعض سلاخوں کے معلوم کیے ہوئے زوروں کی صحت کی ایک کارآمد جانچ ہے۔ فرض کرو کہ ا ب ج د (شکل ۱۳۹) ایک ڈھانچے کے ایک خانے کو تعبیر کرتا ہے۔ فرض کرو کہ ہم اس کو ایک خط لا لا سے قطع کرتے ہیں۔ اگر سلاخوں کو فی الحقیقت قطع کیا جاتا تو سارا ڈھانچہ بیٹھ جاتا اس لیے لازم آتا ہے کہ ڈھانچے پر خط لا لا کے دائیں یا بائیں طرف جو قوتیں عمل کرتی ہوں اُن کو سلاخوں اب، ب د، د ج کی قوتیں تعادل میں رکھتی ہیں۔ اس لیے ان سلاخوں کی قوتوں کا کسی نقطے کے گرد معیار لا لا کے دائیں یا بائیں طرف کی تمام قوتوں کے اس نقطہ کے گرد کے معیار کے مساوی ہونا چاہیے۔

شکل ۱۳۹۔ معیاروں کا طریقہ

اس لیے اگر ان تین سلاخوں میں سے کسی دو کے نقطۂ تقاطع کے گرد معیار لیے جائیں تو چونکہ ان دو کی قوتوں کے معیار صفر ہو نگے اس لیے باقی سلاخ کی قوت کا معیار دائیں یا بائیں کی بیرونی قوتوں کے معیار کے مساوی ہوگا۔ اس لیے اگر اب میں کی قوت مطلوب ہو تو نقطہ د کے گرد معیار لو۔ تب اب کی قوت کا د کے گرد معیار

= ز اب × ی = ایک طرف کی بیرونی قوتوں کا معیار د کے گرد

= د پر خماؤ کا معیار

= مد

اسی طرح ج د کی قوت معلوم کرنے کے لیے ب کے گرد معیار لو۔ تب

ز دج × لا = مب

اور ب د کی قوت کے لیے ع کے گرد معیار لو جہاں کہ ب ا اور ج د خارج ہو کر ملتے ہیں۔ تب

ز ب د × ما = لا لا کے دائیں یا بائیں طرف کی بیرونی قوتوں کا معیار ع کے گرد۔

اس اخیر صورت میں ہم ع پر خماؤ کا معیار نہیں کہہ سکتے کیونکہ اس بیا ع اور لا لا کے درمیان کی قوتوں کے معیاروں کا فرق پڑجائیگا۔

ایک آسان مثال کے طور پر شکل ۱۴۰ کی چھت قینچی لو۔ اس طریقے میں بو کی ترقیم سے زیادہ اس میں آسانی ہے کہ عقدوں پر حرف لگائے جائیں۔ پہلے سلاخ اب لو۔ اگر اس کو کاٹا جائے تو ڈھانچہ بیٹھ جائیگا اور سلاخ اجا باقی قینچی کی اضافت سے نقطہ جا کے گرد گھومیگی۔

∴ اب کی قوت × جا سے فاصلہ = سلاخ اب کے بائیں طرف کی قوتوں کا معیار جا کے گرد۔

یعنی ز اب × ۵ = ۴۳ = ۱۳٫۳۳ × ۳ = ۱۳٫۳۳

$$\therefore \; ز_{اب} = \frac{۱۳،۳۳ \times ۳}{۵} = ۸ \text{ ٹن}$$

شکل ۱۴۰

میاروں کے طریقہ پر مثال

یہ ظاہر ہے کہ اگر اب کو کاٹا جائے تو سرے ا، ب قریب آئینگے اس لیے اب داب روک ہے۔

اب سلاخ اجا لو۔ اگر اس کو کاٹا جائے تو ڈھانچہ بیٹھ جائیگا، اور سلاخ اب نقطہ ب کے گرد گھومیگی۔

∴ اجا کی قوت × ب سے فاصلہ = بائیں طرف کی قوتوں کا میعار ب کے گرد

$$\therefore \; ز_{اجا} \times ۲،۸ = ۶،۶۷ \times ۳$$

$$\therefore \; ز_{اجا} = \frac{۶،۶۷ \times ۳}{۲،۸} = ۷،۱ \text{ ٹن}$$

ظاہر ہے کہ اجا کاٹنے سے کھل جائیگا اس لیے بندھن ہے۔

اب سلاخ جاھ لو۔ اگر یہ کاٹی جائے تو ڈھانچہ نقطہ د کے گرد بیٹھیگا۔ اس لیے گزشتہ کی طرح استدلال کرنے سے

$$ز_{جاھ} \times ۹٫۵ = ۳ \times ۲۰ - ۱٫۲ \times ۱۳٫۳۳ - ۱٫۲ \times ۶٫۶۷$$

$$= ۳۶$$

$$\therefore \quad ز_{جاھ} = \frac{۳۶}{۹٫۵} = ۳٫۶۸ \text{ ٹن}$$

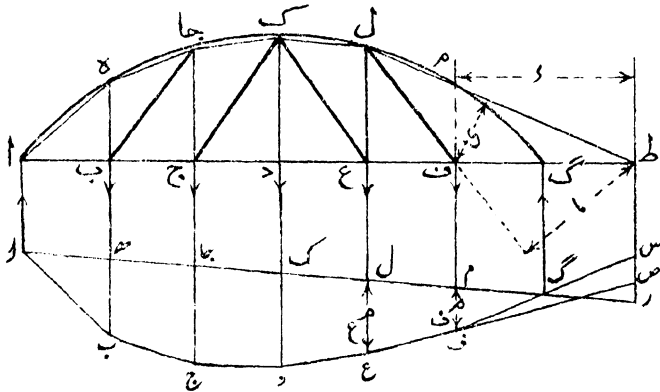
آخر میں سلاخ جاد لو۔ عام صورت کی طرح کوئی تراش مثلاً لا لا لا لو۔ اب چونکہ جاھ کا زور معلوم ہے اس لیے ضرور نہیں کہ معیار کے لیے ج د اور جاھ کا نقطۂ تقاطع ہی لیا جائے۔ ع د پر کوئی نقطہ لیا جا سکتا ہے مثلاً نقطہ ج لینے سے

$$ز_{جاد} \times ۳٫۲۵ + ز_{جاھ} \times ۵٫۷۵ = ۳ \times ۱۳٫۳۳ - ۱٫۲ \times ۶٫۶۷$$

یا

$$ز_{جاد} \times ۳٫۲۵ + ۳٫۶۸ \times ۵٫۷۵ = ۳۲$$

$$ز_{جاد} = \frac{۱۰٫۸۴}{۳٫۲۵} = ۳٫۳۳ \text{ ٹن}$$

شکل ۱۴۱

معیاروں کا طریقہ خاؤ کے معیار کے نقشہ کے استعمال سے

تراشوں کے طریقے میں انتصابی ارکان ــــ اگر کسی ڈھانچے میں تراشوں کے طریقے سے کسی انتصابی رکن کا زور مطلوب ہو تو صرف یہ کرو کہ اس کو خفیف سا ترچھا تصور کرو۔ مثلاً اگر ا د (شکل ۱۳۹) کا زور مطلوب ہے تو اس کو خفیف سا ترچھا فرض کرو۔ تب چونکہ باقی دو سلاخیں د گ اور ب ا نقطہ ع پر ملتی ہیں اس لیے

$ز_{اد} \times ذ$ = دی ہوئی تراشش کے دائیں یا بائیں طرف کی قوتوں کا معیار ع کے گرد

تراشوں کے طریقے کا اطلاق ترسیمی ساخت پر ــــ

فرض کرو کہ ا ک گ (شکل ۱۴۱) ایک قینچی یا کوئی اور ڈھانچہ ہے جو کسی طرح لدا ہوا ہے اور فرض کرو کہ ایک قطبی فاصلہ ق لے کر اور ڈھانچے کو سادہ شہتیر سمجھ کر دیے ہوئے لداؤ کے لیے خماؤ کے معیار کا نقشہ ا ب ج د ع ف گ حاصل ہوتا ہے۔ تب جیسا کہ پہلے سمجھایا گیا ہے ایک خانے پر غور کرنے سے

$$ز_{لم} = \frac{م_ف}{ی} = \frac{ق \times م ف}{ی}$$

$$ز_{عف} = \frac{م_ع}{ع ل} = \frac{ق \times ل ع}{ع ل}$$

$$ز_{لف} = \frac{\text{ط کے گرد کے دائیں طرف کی قوتوں کا معیار}}{ما}$$

$$= \frac{ق \times ص ر}{ما}$$

جس میں ص اور ر وہ نقطے ہیں جن پر ط میں کے انتصابی خط کو ل م اور ع ف خارج ہو کر قطع کرتے ہیں۔ اس کا ثبوت یسانی اور سمتی کثیر الاضلاعوں کی ساخت کے بیان (صفحہ ٦٩) کو دیکھنے سے مل جائیگا۔

اسی طرح $ز_{مرد} = \frac{\text{ط کے گرد گ کے دائیں طرف کی قوتوں کا معیار}}{ی}$

$= \frac{ق \times س ر}{ی}$

جہاں س وہ نقطہ ہے جہاں ف گ خارج ہو کر ط میں کے انتصابی خط کو قطع کرتا ہے۔

مثلاً سلاخ اب (شکل ۱۸۱ ر) پر غور کرو۔

اب $ز_{اب} = \frac{م_د}{ی}$

اور $ی = لا_{۱} جم ط$

$\therefore$ $ز_{اب} = \frac{م_د}{لا_{۱} جم ط} = \frac{م_د}{لا_{۱}} قط ط$

لیکن $\frac{م_د}{لا_{۱}} = ز_{گ د}$

$\therefore$ $ز_{اب} = ز_{گ د}$ قط ط .... (۱)

معین لا، وغیرہ، ناپ لیے جا سکتے ہیں یا آسانی سے محسوب کیے جا سکتے ہیں

اور زاویہ ط ربط مس ط $= \frac{لا - لا_{۱}}{ج د}$ سے محسوب کیا جا سکتا ہے۔

اب کسی وتری رکن مثلاً ب د پر غور کرو۔

$ز_{ب د} \times ما$ = لا لا کے بائیں یا دائیں جانب کی قوتوں کا معیار ع کے گرد

$= م_ع$

$\therefore$ $ز_{ب د} = \frac{م_ع}{ما}$

شکل ۱۴۱ ۔ تراشوں کا طریقہ

تراشوں کا طریقہ۔ فاصلوں کو علمِ مثلث سے محسوب کرنا

بعض انجینیر اس کو ترجیح دیتے ہیں کہ اس طریقے میں جن طولوں سے سابقہ پڑے اُن کو محسوب کیا جائے۔ اس صورت میں یہ عمل کیا جائیگا:—

اب   ما = ءجب عہ

اور   ء = لا مم طہ

∴   ما = لا مم طہ جب عہ

∴   زبد = (ھـ ع / لا) مس طہ. قم عہ .... (۲)

لیکن اس میں ہمیشہ کوئی ایسی زیادہ آسانی نہیں ہوگی کیونکہ ع کے گرد معیار تو اب بھی لینے پڑینگے اور ع کا حاصل کرنا ممکن ہے کہ تکلیف دہ ہو۔
اس صورت میں یہ عمل کیا جائیگا:—
اگر ا د انتصابی ہے تو وہ گ د اور د ج کی اُفقی قوتوں کا کوئی حصہ

نہیں لے سکتا۔ اس لیے د کی قوتوں کے تعادل کے لیے ب د کی قوت کا افقی جزوِ تحلیلی گ د اور دج کی قوتوں کے فرق کے مساوی ہونا چاہیے۔

$$\therefore \quad ز_{ب د} \times جم\, ع = ز_{گ د} - ز_{د ج}$$

$$\therefore \quad ز_{ب د} = (ز_{گ د} - ز_{د ج})\ قط\, ع \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

انتصابی رکن ا د کی قوت ب د کی قوت کے انتصابی جزوِ تحلیلی کے مساوی ہونی چاہیے۔ یعنی

$$ز_{ا د} = ز_{ب د}\ جب\, ع$$

$$= \frac{(ز_{گ د} - ز_{د ج})\ جب\, ع}{جم\, ع}$$

$$= (ز_{گ د} - ز_{د ج})\ مس\, ع \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

متوازی کوروں کے گرڈر ـــــ تراشوں کا طریقہ متوازی کوروں کے گرڈروں کی صورت میں خاص طور پر آسان ہے کیونکہ گہرائی ہر تراش پر مستقل ہے۔

لِنوِل (Linville) قینچی

فرض کرو کہ شکل ۱۴۲ میں ایک لِنوِل قینچی دکھائی گئی ہے جس پر کسی طرح کا بوجھ ہے۔

$$تب\ ج د\ کا\ زور = ز_{ج د} = \frac{م_{د}}{گ}$$

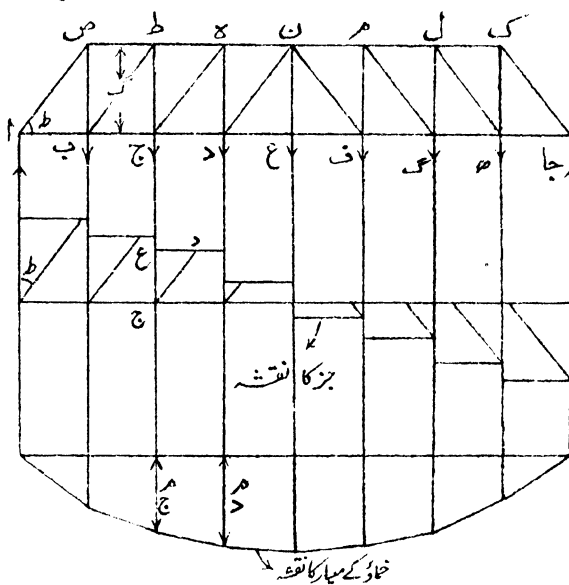
$$ط ہ\ کا\ زور = ز_{ط ہ} = \frac{م_{ج}}{گ}$$

یعنی خود خماؤ کے معیار کا نقشہ کسی پیمانے پر براہِ راست زوروں کو تعبیر کریگا، یا اگر خماؤ کے معیار کا نقشہ قطبی فاصلہ = گہرائی گ کے ساتھ کھینچا جائے

تو خماؤ کے معیار کا نقشہ زوروں کو بوجھ کے پیمانے پر تعبیر کریگا۔

انتصابی اور وتری سلاخوں کی جب باری آئے تو پہلے کی طرح معیار نہیں لیے جا سکتے کیونکہ اوپر کی اور نیچے کی کوریں محدود فاصلے پر نہیں ملتیں۔

کسی وتری رکن مثلاً ۵ ج پر غور کرو۔ چونکہ ط ۵ اور ج د افقی ہیں اس لیے ان کی قوتیں خانے پر عمل کرنے والی انتصابی قوتوں پر کوئی اثر نہیں رکھ سکتیں۔ اس لیے ۵ ج کی قوت کا انتصابی جزو = خانے پر حاصل انتصابی قوت = وہ قوت جسے ہم خانے پر کی جزی قوت کے نام سے موسوم کر چکے ہیں۔ اس طرح دیکھو وتری ارکان کے زور جزی قوت کو وتری رکن کی سمت میں تحلیل کرنے سے حاصل ہونگے یعنی ۵ ج کی قوتیں ج د کو ۵ ج کے متوازی کھینچنے سے حاصل ہونگی۔ اسی طرح کسی انتصابی رکن کی قوت اُس مقام پر کی جزی قوت کے مساوی ہوگی۔ اس طرح د ۵ کی قوت = ج ع

متوازی کوروں کا گرڈر۔ مثلثی حل ـــــ اوپر کی مثال میں

شکل ۱۴۲۔ معیاروں کا طریقہ متوازی گرڈر کے لیے

اگر تمام وتری ارکان کے میلان ایک ہی ہوں تو زور بہت آسانی سے اس طرح محسوب ہو سکتے ہیں :-

پہلے کوروں پر غور کرو۔

$$\text{ز}_{\text{اب}} = \frac{\text{س}_{۱} \times \text{اب}}{\text{گ}} = \text{س}_{۱}\ \text{مم طہ}$$

$$\text{ز}_{\text{ص ط}} = \frac{\text{س}_{۱} \times \text{اب}}{\text{گ}} = \text{س}_{۱}\ \text{مم طہ}$$

$$\text{ز}_{\text{ب ج}} = \frac{\text{س}_{۲} \times \text{اج} - \text{و}_{۱} \times \text{ب ج}}{\text{گ}} = (۲\,\text{س}_{۲} - \text{و}_{۱})\ \text{مم طہ} = \text{ز}_{\text{ط ہ}}$$

$$\text{ز}_{\text{ج د}} = \frac{\text{س}_{۳} \times \text{اد} - \text{و}_{۱} \times \text{ب د} - \text{و}_{۲} \times \text{ج د}}{\text{گ}}$$

$$= (۳\,\text{س}_{۳} - ۲\,\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})\ \text{مم طہ} = \text{ز}_{\text{ہ ن}}$$ اور علیٰ ہذا

اگر سرے ۱ سے ن واں خانہ لیا جائے اور وتری ارکان اُسی سمت میں ہوں تو

نچلی کور کا زور

$$= \left[\text{ن}\,\text{س}_{\text{ن}} - (\text{ن}-۱)\,\text{و}_{۱} - (\text{ن}-۲)\,\text{و}_{۲} \cdots\cdots - \text{و}_{\text{ن}-۱}\right]\ \text{مم طہ}$$

بالائی کور کا زور

$$= \left[(\text{ن}-۱)\,\text{س}_{\text{ن}} - (\text{ن}-۲)\,\text{و}_{۱} \cdots\cdots\cdots\cdots \text{و}_{\text{ن}-۲}\right]\ \text{مم طہ}$$

اب وتری ارکان پر غور کرو

$$\text{ز}_{\text{اص}} = \text{س}_{۱}\ \text{قم طہ}$$

$$\text{ز}_{\text{ب ط}} = \text{س}_{۱}\ \text{قم طہ} - \text{و}_{۱}\ \text{قم طہ} = (\text{س}_{۱} - \text{و}_{۱})\ \text{قم طہ}$$

اور علیٰ ہذا۔

اگر وتری ارکان اسی سمت میں رہیں تو ن ویں خانے میں وتری رکن کا زور

ز(ن واں وتری رکن) = (س۱ - و۱ .... - و ن-۱) قم طہ

اب انتصابی ارکان پر غور کرو۔

ز ص ب = س۱

ز ط ج = س۱ - و۱

اور علیٰ ہذا۔

ز (ن واں انتصابی رکن) = س۱ - و۱ .... - و ن-۱

شکل ۱۴۳

مثال شکل ۱۴۳ کے وارن[1] گرڈر کو لو۔ طہ = ۶۰° کے لیے

مم طہ = ۰۰۷۷ء۵، قم طہ = ۱ء۱۵۵

∴ ز ان = ۵ مم ۶۰° = ۵ × ۰۰۷۷ء۵ = ۸۸۵ء۲ ٹن = ز ھجا

ز ن م = (۵ × ۳ - ۲) مم ۶۰° = ۱۳ × ۰۰۷۷ء۵ = ۵۰۱ء۰۷ ٹن = ز جاک

ز م ل = (۵ × ۵ - ۲ × ۳ - ۲) مم ۶۰° = ۱۶ × ۰۰۷۷ء۵ = ۹ء۹۰۹ ٹن = ز ک ل

ز ب ج = (۵ × ۲) مم ۶۰° = ۰۰۷۷ء۵ ٹن = ز گ ف

ز ج د = (۵ × ۴ - ۲ × ۲) مم ۶۰° = ۱۶ × ۰۰۷۷ء۵ = ۹ء۲۳۲ ٹن = ز ف ع

ز د ع = (۵ × ۶ - ۲ × ۴ - ۲ × ۲) مم ۶۰° = ۱۸ × ۰۰۷۷ء۵ = ۱۰ء۳۸۶ ٹن = ز ع د

---

[1] Warren

$ز_{اب} = ز_{بن} = ۵ \text{ قم } ۹۰ = ۵ \times ۱۰۱۵۵ = ۵۰٬۷۷۵ \text{ ٹن} = ز_{ھگ} = ز_{گجا}$

$ز_{نج} = ز_{جم} = (۵-۲) \text{ قم } ۹۰ = ۳ \times ۱۰۱۵۵ = ۳۰٬۴۶۵ \text{ ٹن} = ز_{جاف} = ز_{فک}$

$ز_{مد} = ز_{دل} = (۵-۲-۲) \text{ قم } ۹۰ = ۱۰۱۵۵ = ۱۰٬۱۵۵ \text{ ٹن} = ز_{کع} = ز_{عل}$

ڈھانچوں کے زور تحلیل کے طریقے سے ـــــ یہ طریقہ اس پر مشتمل ہے کہ کسی تراش کی حاصل قوت کو اس تراش سے قطع ہونے والی تینوں سلاخوں کی سمت میں تحلیل کیا جائے۔ یہ طریقہ اُن گرڈروں کے انقصابی اور وتری ارکان کے زور معلوم کرنے کے لیے خاص طور پر موزوں ہے جن کی کوریں متوازی نہ ہوں اور جن پر بوجھ متحرک ہوں۔

فرض کرو کہ ا ب ج د (شکل ۱۴۴) کسی ڈھانچے کا ایک خانہ ہے اور فرض کرو کہ اس پر حاصل قوت ق ہے۔ خط لا لا تین سلاخوں اب، ب د، د ج کو قطع کرتا ہے اور ان تین سلاخوں کے زوروں کا حاصل ق کے مساوی اور مخالف ہونا چاہیے۔

شکل ۱۴۴ تحلیل کا طریقہ

ایک سلاخ مثلاً اب کو خارج کر کے ق کے خطِ عمل سے اوپر ملنے دو اور و کو باقی دو سلاخوں کے نقطۂ تقاطع د سے ملاؤ۔

ایک خط ب ج کھینچو جو ق کو تعبیر کرے اور و د کے متوازی ب د

اور ا ب کے متوازی ج د کھینچو۔ پھر د ج کے متوازی ب ع اور د ب کے متوازی د ع کھینچو۔

تب ج د = ق ا ب

ب ع = ق د ج

د ع = ق ب د

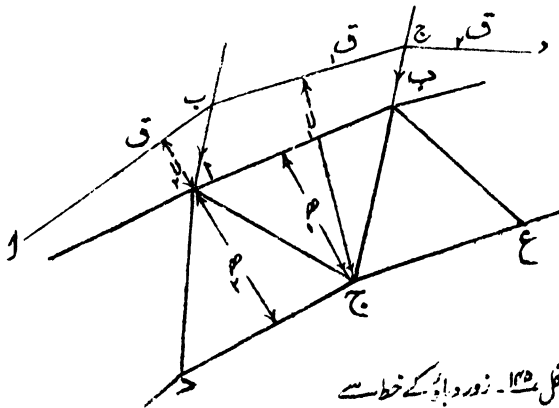
ڈھانچوں کے زور دباؤ کے خط سے ـــ کسی ڈھانچے پر

جو قوتیں عمل کر رہی ہوں اگر ان سے پیدا ہونے والا دباؤ کا خط معلوم ہو (دیکھو صفحہ ۱۸۲) تو معیاروں کے طریقے سے زور آسانی سے معلوم ہو سکتے ہیں۔ کمانوں اور اس جیسی دوسری تعمیروں میں ساری اصلی دقّت دباؤ کا خط معلوم کرنے کی ہے کیونکہ یہ خط معلوم ہونے سے پہلے ردّ عمل معلوم کرنا ضروری ہے۔ ہم اس سے آگے چل کر باب ۱۳ میں بحث کریں گے۔

فرض کرو کہ ا ب ع ج د (شکل ۱۴۵) ایک ڈھانچے کا ایک حصہ ہے اور فرض کرو کہ ا ب ج د دباؤ کا خط ہے اور تینوں حصوں کی علیحدہ حاصل قوتیں ق، ق، ق ہیں۔

تب ز ا ب حاصل کرنے کے لیے ج کے گرد معیار لو۔ تب

ز ا ب × ھ ا = ق ا × لا ا

ز ا ب = (ق ا × لا ا) / ھ ا

شکل ۱۴۵۔ زور دباؤ کے خط سے

د ج کا زور معلوم کرنے کے لیے ا کے گرد معیار لو۔ تب

$$ز_{دج} \times ھ = ق \times ل/۲$$

$$ز_{دج} = \frac{ق \times ل/۲}{ھ}$$

$ز_{اج}$ معلوم کرنے کے لیے اب اور د ج کو خارج ہو کر ملنے دو اور فرض کرو کہ اس نقطۂ تقاطع سے ا ج اور ب ج کے عمودی فاصلے ک اور ما ہیں۔

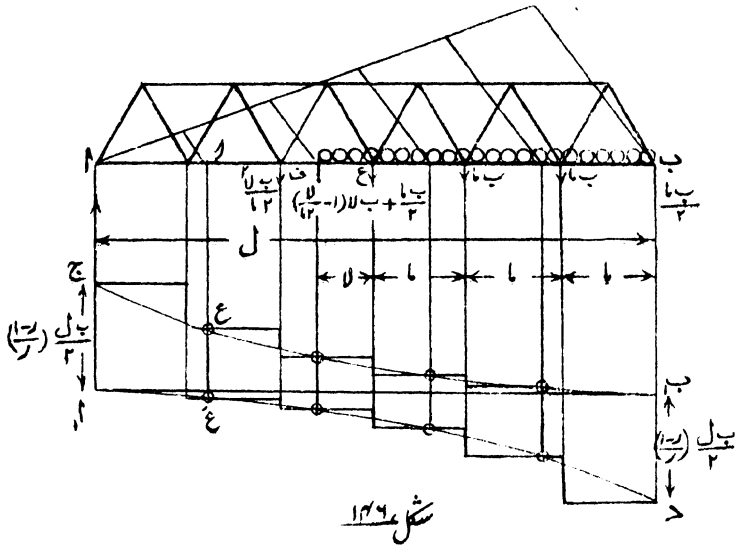
$$تب \quad ز_{اج} = \frac{ق_م \times ما}{ک}$$

متوازی کوروں کے ڈھانچہ دار گرڈروں میں متحرک یکساں بوجھ کے تحت زور

متوازی کوروں کے ڈھانچہ دار گرڈروں میں ایسے متحرک یکساں بوجھ کے تحت جس کا طول فصل سے کم نہ ہو کوروں کے زور اس وقت اعظم ہوتے ہیں جب کہ بوجھ پورے فصل پر چھایا ہوا ہو۔ اور یہ زور معیاروں کے طریقے سے یا مسکافی سکل کے ذریعے سے معلوم کیے جاتے ہیں۔ وتری ارکان کے زور بوجھ کے کس محل کے لیے اعظم ہوں گے یہ معلوم کرنے کے لیے حسب ذیل عمل کرو:۔

فصل کو ایسے مساوی حصوں میں تقسیم کرو جن کی تعداد خانوں سے ایک کم ہو۔ اس سے ا جیسے نقاطِ تقسیم حاصل ہوں گے (شکل ۱۴۶)۔ ایک افقی اساسی خط ا ب ہم پر اوپر کو طول ا ج اور نیچے کو طول ب د قایم کرو جن میں ہر ایک کا طول $\frac{ب ل}{۲}$ $\left(\frac{ر-۱}{ر}\right)$ جہاں ب بوجھ کی حدت ہے، ل فصل اور ر خانوں کی تعداد۔ ج اور د میں سے مکافی کھینچو جن کے راس ب اور ا ہوں اور ا جیسے نقاط میں سے انتصابی خط کھینچو جو ان مکافیوں کو ع، ع جیسے نقاط پر ملیں۔ پھر ع، ع جیسے نقاط میں سے ان کے اپنے اپنے خانوں میں افقی خط

کھینچو جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ تب وتری ارکان کے اعظم زور اس

شکل ۱۴۶

متحرک بوجھوں کے لیے وتری ارکان میں اعظم زور

زینہ دار منحنی سے حاصل ہونگے جس کا طریقہ صفحہ ۴۳۰ پر سمجھایا گیا ہے۔

اس عمل کا ثبوت حسب ذیل ہے:۔ فرض کرو کہ ہر ایک خانے کا طول ما ہے، اور فرض کرو کہ بوجھ ن ویں خانے کے سرے ع سے بقدر فاصلہ لا آگے نکل گیا ہے۔

تب ع پر جزی قوت $= ق_ع = ر_۱ - \frac{ب لا^۲}{۲ ما}$ ، کیونکہ

بوجھ ب لا کا حصہ $\frac{ب لا^۲}{۲ ما}$ نقطہ ف پر اور ب لا $(۱ - \frac{لا}{۲ ما})$ نقطہ ع پر عمل کرتا ہوا مانا جا سکتا ہے۔

اب $ر_۱ \times ل = ب ما^۲ + ۲ ب ما^۲ + \ldots + (ن-۱) ب ما^۲$

$$+\text{ن ا}\left\{\frac{\text{ب ا}}{۲}+\text{ب لا}\left(۱-\frac{\text{لا}}{۲\text{ا}}\right)\right\}+\frac{\text{ب لا}^{۲}}{۲\text{ا}}(\text{ن}+۱)\text{ا}\cdots\cdots(۱)$$

$$=\text{ب ا}^{۲}\left\{\frac{\text{ن}(\text{ن}-۱)}{۲}\right\}+\frac{\text{ن ب ا}^{۲}}{۲}+\text{ن ب لا ا}-\frac{\text{ن ب لا}^{۲}}{۲}$$

$$+\frac{\text{ن ب لا}^{۲}}{۲}+\frac{\text{ب لا}^{۲}}{۲}\cdots\cdots\cdots\cdots(۲)$$

$$=\frac{\text{ب}}{۲}\left\{\text{ا}^{۲}(\text{ن}^{۲}-\text{ن}+\text{ن})+۲\text{ن لا ا}+\text{لا}^{۲}\right\}$$

$$=\frac{\text{ب}}{۲}(\text{لا}+\text{ن ا})^{۲}\cdots\cdots\cdots\cdots(۳)$$

$$\therefore\quad \text{م}_{\text{ا}}=\frac{\text{ب}}{۲\text{ل}}(\text{لا}+\text{ن ا})^{۲}$$

$$\therefore\quad \text{ق}_{\text{ع}}=\frac{\text{ب}}{۲}\left\{\frac{(\text{لا}+\text{ن ا})^{۲}}{\text{ل}}-\frac{\text{لا}^{۲}}{\text{ا}}\right\}\cdots\cdots\cdots(۴)$$

یہ اعظم ہوگا جب کہ $\frac{\text{فرق}_{\text{ع}}}{\text{فرلا}}=۰$

یعنی $\frac{۲(\text{لا}+\text{ن ا})}{\text{ل}}-\frac{۲\text{لا}}{\text{ا}}=۰$

یا $(\text{لا}+\text{ن ا})\text{ا}=\text{لا ل}$

$\text{لا}(\text{ل}-\text{ا})=\text{ن ا}^{۲}$

$$\text{لا}=\frac{\text{ن ا}^{۲}}{(\text{ل}-\text{ا})}=\frac{\text{ن}\cdot\text{ا}^{۲}}{(\text{ر ا}-\text{ا})}=\frac{\text{ن}\cdot\text{ا}}{(\text{ر}-۱)}$$

یعنی لا = ن × ایک خانے کا طول ÷ خانوں کی تعداد سے ایک کم مساوات (۴) میں یہ قیمت رکھنے سے

$$\text{ق}_{\text{ع}}=\frac{\text{ب}}{۲}\left\{\frac{\left[\frac{\text{ن ا}}{(\text{ر}-۱)}+\text{ن ا}\right]^{۲}}{\text{ل}}-\frac{\frac{\text{ن}^{۲}\text{ا}^{۲}}{(\text{ر}-۱)^{۲}}}{\text{ا}}\right\}$$

$$= \frac{\text{ب}}{۲}\left\{\frac{\text{ر}^۲(\text{ن ا})^۲}{\text{ل}(\text{ر}-۱)^۲} - \frac{\text{ن}^۲\text{ا}^۲}{\text{ا}(\text{ر}-۱)^۲}\right\}$$

$$= \frac{\text{ب ن}^۲\text{ا}^۲}{۲(\text{ر}-۱)^۲}\left\{\frac{\text{ر}^۲}{\text{ل}} - \frac{۱}{\text{ا}}\right\} = \frac{\text{ب ن}^۲\text{ا}^۲}{۲(\text{ر}-۱)^۲} \times \left\{\frac{\text{ر}^۲}{\text{ل}} - \frac{\text{ر}}{\text{ل}}\right\}$$

$$= \frac{\text{ب ن}^۲\text{ا ر}}{۲\text{ل}(\text{ر}-۱)} = \frac{\text{ب ن}^۲\text{ل ر}}{۲\,\text{ل ر}^۲(\text{ر}-۱)}$$

$$= \frac{\text{ب ن}^۲\text{ل}}{۲\,\text{ر}(\text{ر}-۱)}$$

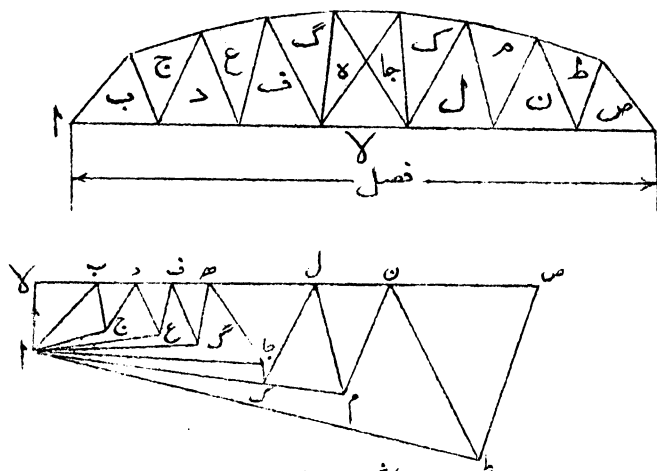
جو صریحاً ایک مکانی ہے۔

سرے پر ن = (ر−۱)

$$\therefore \text{ق}_۱ = \frac{\text{ب}(\text{ر}-۱)\text{ل}}{۲\text{ر}} = \frac{\text{ب ل}}{۲}\left(\frac{\text{ر}-۱}{\text{ر}}\right)$$

متحرک بوجھوں کی صورت میں وتری ارکان کے لیے

متکافی نقشے ـــــ متحرک بوجھوں کی صورت میں وتری اور انتصابی ارکان کے اعظم زور معلوم کرنے کے لیے ہر رکن کے لیے بوجھ کا ایک علحدہ محل لینا ہوگا لیکن جس وقت بوجھ کسی رکن میں اعظم زور پیدا کرتا ہے اُس وقت اس رکن اور ردِ عمل کے درمیان کوئی بوجھ نہیں ہوتا اور اس طرح ذیل کا عمل کرنے سے بہت آسانی ہوجاتی ہے:۔ ایک اکائی طول ۱ لا قائم کرو (شکل ع۱۴۶ ا) جو بائیں جانب کے ایک اکائی ردِ عمل کو تعبیر کرے اور قینچی پر کوئی بوجھ نہ لے کر زور نقشہ بائیں طرف سے کھینچنا شروع کرو۔ اِن زوروں کو ناپ لو اور ان کی ایک جدول بنالو۔ اب ہر رکن کے اعظم زور کی صورت میں جو ردِ عمل ہوتا ہے وہ محسوب کرو۔ تو کسی رکن کا اعظم زور متناظر ردِ عمل سے جدول کے زور کو ضرب دینے سے حاصل ہوگا۔

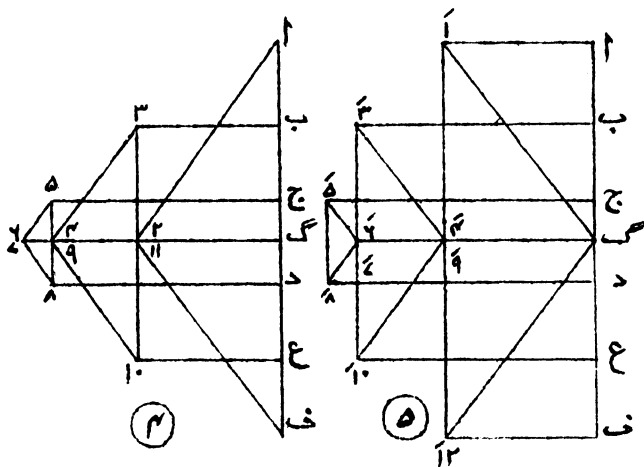
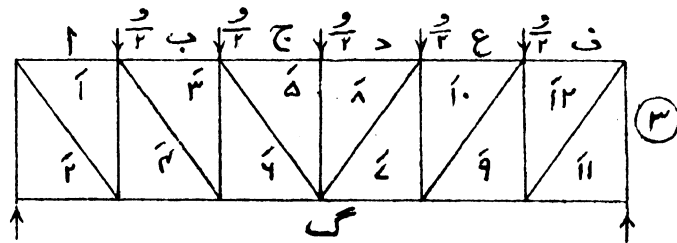
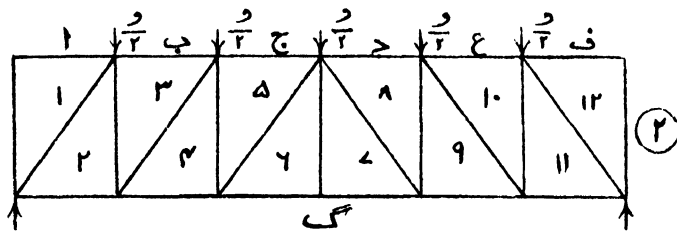
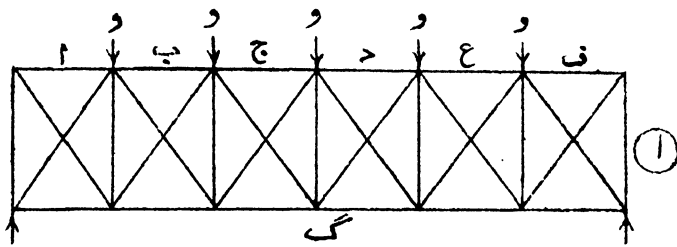
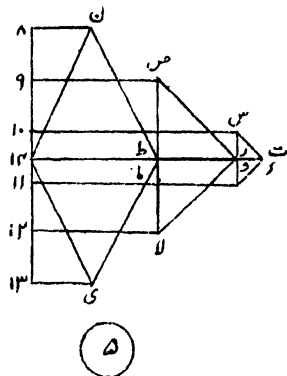
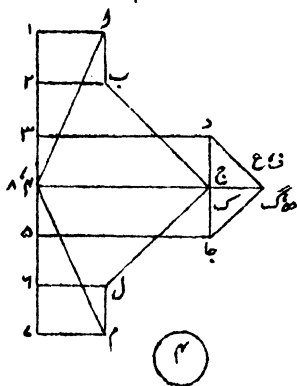
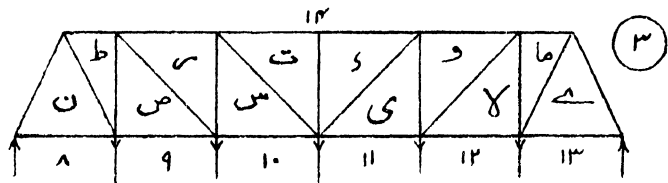
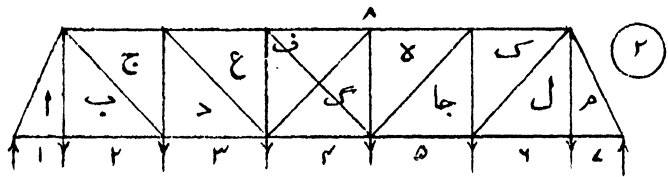
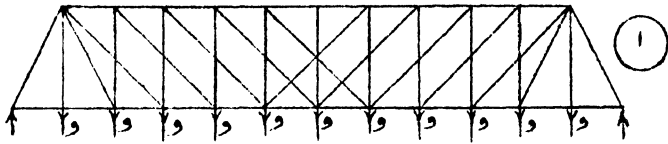
شکل ۱۴۶ ا

زوروں کے متکافی نقشے وتری ارکان میں

متراکب ڈھانچے

بہت سے ڈھانچوں میں جو دراصل زاید محکم ڈھانچے ہوتے ہیں زور معلوم کرنے کی غرض سے اُن کو یوں سمجھا جاتا ہے کہ چند متراکب استوار ڈھانچوں کا مجموعہ ہیں جن پر بوجھ مساوی ہے۔ اِن متراکب حصوں میں جو سلاخیں مشترک ہوتی ہیں اُن کے زور جمع کردیے جاتے ہیں۔

ذیل کی تقسیمیاں اس کی پیچیدہ صورتیں ہیں:۔

جالی دار گرڈر (شکل ۱۴۷) —— اس کا دو N یا لِنوِل (Linville) گرڈروں میں تجزیہ کیا جا سکتا ہے (جیسا کہ شکل میں (۲) اور (۳) میں دکھایا گیا ہے) جن کی متکافی اشکال آسانی سے حاصل ہوتی ہیں اور شکل میں (۴) اور (۵) میں دکھائی گئی ہیں۔ (۲) اور (۳) کے درمیان جو

شکل نمبر ۱۴۷۔ جالی دار گرڈر

شکل ۱۴۸

وِھپّل مرفی قینچی

سلاخیں مشترک ہیں۔ اُن کے زوروں کو جمع کرنے سے حقیقی قینچی (۱) کے زور حاصل ہونگے۔

وِھپّل مرفی قینچی[۱] —— یہ قسم شکل ۱۴۸ء میں دکھائی گئی ہے جس میں یہ بھی دکھایا گیا ہے کہ اس کا کس طرح تجزیہ کیا جا سکتا ہے۔ حصۂ (۲) کی متکافی شکل (۴) ہے اور (۳) کی (۵)۔ اگر لداؤ مساوی نہ ہوں تو بھی نقشے اسی طریقے سے کھینچے جائینگے اور کوئی دقت پیش نہیں آئیگی۔

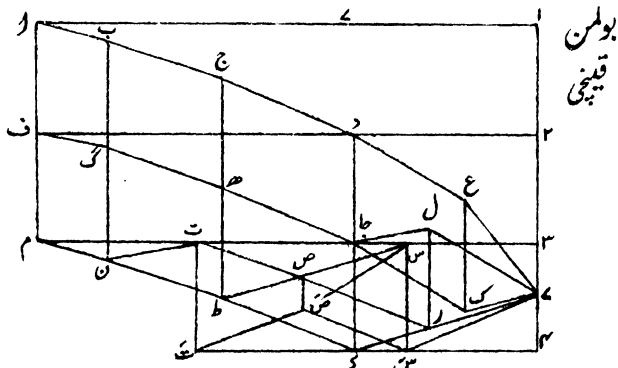
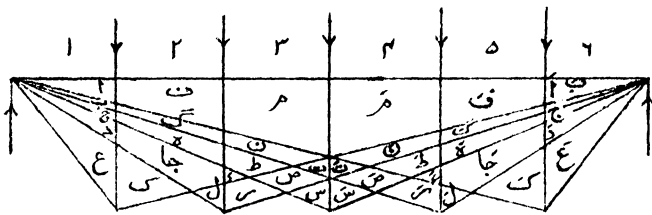
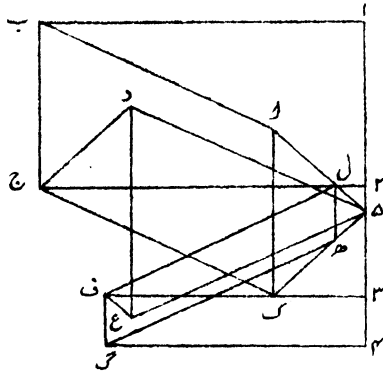
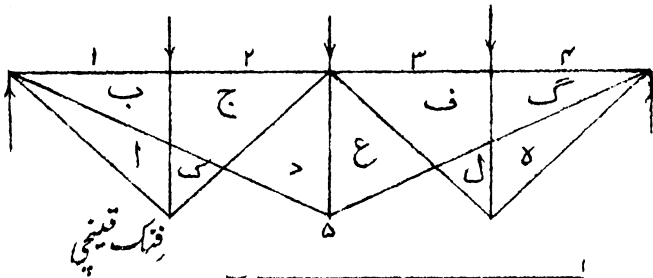
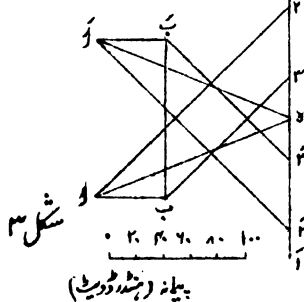
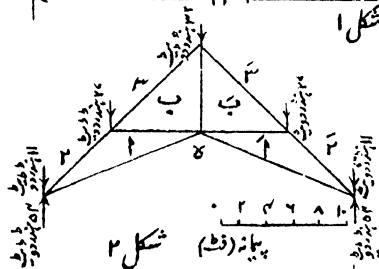
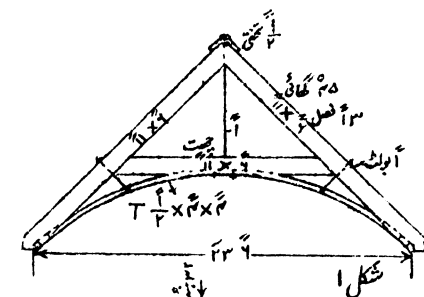
بولمن[۲] اور فِنک قینچیوں کی وضع شکل ۱۴۹ء میں دکھائی گئی ہے۔ یہ قینچیاں امریکہ اور یورپ کے (انگلستان کے ماسوا) ممالک میں لکڑی کے پلوں میں کثرت سے استعمال ہوتی ہیں۔ اِن قینچیوں کے زور ایک ہی نقشے میں حاصل کیے جا سکتے ہیں اور جالی دار اور وھپّل مرفی قینچیوں پر بھی اِس طریقے کا استعمال ہو سکتا ہے۔ [یہاں جو طریقے دیے گئے ہیں وہ سب میں زیادہ سرعت والے نہیں لیکن اپنی عام دلچسپی کی وجہ سے دیے گئے ہیں۔ آسانی تو عموماً اس میں ہوگی کہ قینچی کو متعدد کال ڈھانچوں میں تقسیم کیا جائے جیسا کہ جالی دار گرڈر کے لیے دکھایا گیا ہے اور مشترک ارکان کے زور جمع کر دیے جائیں]۔ یہ طریقہ اس واقعے پر مبنی ہے کہ اگر کسی عقدے پر انتصابی رُکن اور افقی رکن ہوں اور کوئی مائل رکن نہ ہو تو ایسے عقدوں پر انتصابی رکن کا زور عقدے پر کے بوجھ کے مساوی ہوگا مثلاً انتصابی ارکان ب ج اور ف گ۔ پہلے فِنک قینچی لو۔ اس پر بوجھ غیر یکساں ہے۔ ہر ایک رقبے پر حرف لگاؤ۔ ب ج اور ا ک ایک ہی سلاخ ہیں اور علی ہذا۔ بوجھ (۲،۱) (۳،۲)، (۴،۳)، (۵،۴)، (۱،۵)، قایم کرو۔ ۵ میں سے ۲ ۵ اور ۵ ک کے متوازی خطوط کھینچو۔ تب چونکہ ا ک کا زور بوجھ ۲،۱ کے مساوی ہے اس لیے خطوط ۵ ا

[۱] Wipple-Murphy Truss

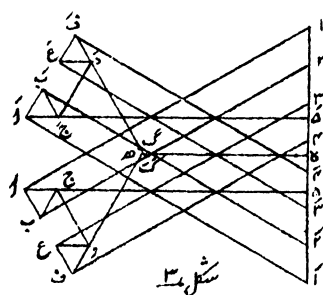
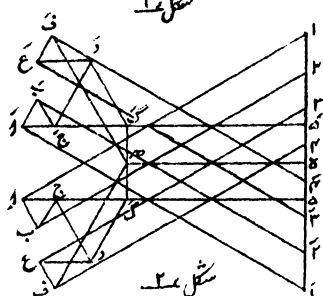
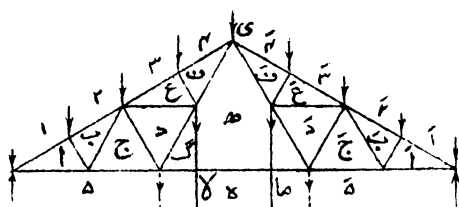
[۲] Bollman & Fink

اور ۵ ک، ک کو خارج کرو یہاں تک کہ ان کے درمیان انتصابی مقطوعہ ۱، ۲ کے مساوی ہو۔ اس سے نقاط ر اور ک کا تعین ہوگا۔ اِسی طرح نقاط ل اور ھ حاصل ہونگے۔ اِن نقاط کے حاصل ہونے کے بعد زور نقشہ معمولی قاعدوں سے کھینچ لیا جاسکتا ہے اور یہ شکل کے مطابق حاصل ہوگا۔

اب بولمن قینچی لو جو شکل میں دکھائی گئی ہے۔ اس صورت میں زور نقشہ زیادہ تکلیف دہ ہے لیکن اس طرح حاصل ہو سکتا ہے۔ (لداؤ یکساں ہونے کی وجہ سے شکل میں صرف آدھی شکل کا نقشہ دکھایا گیا ہے)۔ ۷ سے ۷ ع، اور ۷ ک کے متوازی ۷ ع اور ۷ ک کھینچو اور اِن کو خارج کرو یہاں تک کہ انتصابی مقطوعہ ع ک بوجہ ۱، ۲ کے مساوی ہو۔ اِس طرح نقاط ع اور ک حاصل ہونگے اسی طرح نقاط ل، س، ش حاصل کرو۔ ل سے نقطہ جا اس طرح حاصل ہوگا کہ ک جا اور ل جا کے متوازی خطوط کھینچے جائیں۔ پھر نقاط د اور ذ اِس طرح حاصل ہونگے کہ جا د = قوت ۱، ۲ اور جا ذ = قوت ۲، ۳ بنایا جائے۔ نقطہ ص بھی اسی طرح حاصل ہوگا۔ اس کے بعد صَ اس طرح حاصل ہوگا کہ یا تو رَ معلوم کیا جائے، یا چونکہ موجودہ صورت میں لداؤ یکساں ہے اِس لیے صَ کو، ی کے اُفقی خط کے اتنا نیچے لیا جائے جتنا ص اس کے اوپر ہے۔ پھر ص ت اور صَ تَ کے متوازی ص ت اور صَ تَ کھینچو یہاں تک کہ ت تَ = بوجہ ۳، ۴۔ اِسی طرح نقاط ط، ھ، ج اور پھر نقاط ن، گ، ب حاصل کرو۔ نقاط ا، ف، م آسانی سے حاصل ہو جائینگے۔

شکل ۱۴۹

شکل ۱۵۰ - خمدار بندھن چھت قینچی

ڈھانچوں کی مزید حل شدہ مثالیں ——— ذیل کی مزید مثالوں کے حل سے وہ دقتیں حل ہو جائینگی جو اکثر پیدا ہوتی ہیں:-

(۱) کوئی مناسب لداؤ لے کر شکل ۱۵۰ کی چھت قینچی کے زور معلوم کرو۔ کیا خمدار ۳ سلاخ کافی مضبوط ہے۔

شکل ۱۵۱ غیر معمولی لداؤ کی فرانسیسی قینچی

ہوا کے دباؤ کو شامل کر کے بوجھ ۴۰ پونڈ فی مربع فٹ زمینی خاکہ لیا جائے تو قینچی پر بوجھ $\frac{۴۰ \times ۱۳ \times ۲۳٫۵}{۱۱۲}$ = تقریباً ۱۰۸ ہنڈرڈ ویٹ حاصل ہوتا ہے۔ اِس بوجھ کو کڑیوں کے مختلف حصوں کے طولوں کے تناسب میں تقسیم کرنے سے عقدوں پر کے بوجھ حاصل ہونگے جیساکہ ڈھانچے کے نقشے

(شکل ۲) میں دکھائے گئے ہیں۔ اِس میں خمدار بندھن کو دو سیدھی سلاخوں ا ھ
اور اَ ھ سے بدل دیا گیا ہے۔ اِس ڈھانچے کے نقشے سے معمولی قاعدوں سے
متکافی شکل حاصل ہوتی ہے جو شکل میں (۳) میں دکھائی گئی ہے۔ اِس
شکل سے پیمایش کے ذریعے بندھن ا ھ کی قوت د = ۱۲۰ ہنڈرڈ ویٹ
یعنی ۶ ٹن حاصل ہوتی ہے۔ سیدھے بندھن اور اصلی خمدار بندھن کے درمیان
اعظم فاصلہ لا = ۱،۳۳ فٹ = ۱،۳۳ × ۱۲ انچ۔ اس کی وجہ سے خماؤ کا معیار
= د × لا ۔ اس لیے T سلاخ کا مجموعی زور = $-\frac{د}{ب}\left(۱ + \frac{لا\ ق}{گ^۲}\right)$

جہاں ب سلاخ کی تراشش کا رقبہ، گ گردشی نصف قطر، اور ق تراشش کے
مرکزِ ہندسی سے کنارے کا فاصلہ ہے۔ جدولوں سے ۴ × ۴ × $\frac{۱}{۲}$ والے T
کے لیے، ب = ۳،۷۵ مربع انچ، $گ^۲$ = ۱،۴۴ انچ اکائیاں، ق = ۱،۱۶ انچ۔
اس لیے موجودہ صورت میں اعظم تنشی زور = $\frac{۶}{۳،۷۵}\left(۱ + \frac{۱،۱۶ \times ۱۲ \times ۱۳}{۱،۴۴}\right) = \frac{۱۳،۵ \times ۶}{۳،۷۵}$
= ۲۱،۶ ٹن فی مربع انچ۔ یہ بہت زیادہ ہے۔ اگر ۵ × ۳$\frac{۱}{۲}$ × $\frac{۱}{۲}$ والی دو سلاخیں
لمبے بازوؤں کو انتصابی رکھ کر استعمال کی جائیں تو اعظم زور تقریباً ۹،۵ ٹن فی مربع انچ
حاصل ہوگا۔ یہ بھی زیادہ ہے۔ لیکن ۱ انچہ بولٹ مضبوطی کا باعث ہونگے اور
لکڑیاں ضرورت سے زیادہ وزنی ہیں۔ اس لیے غالباً یہ انتظام کافی ہوگا۔

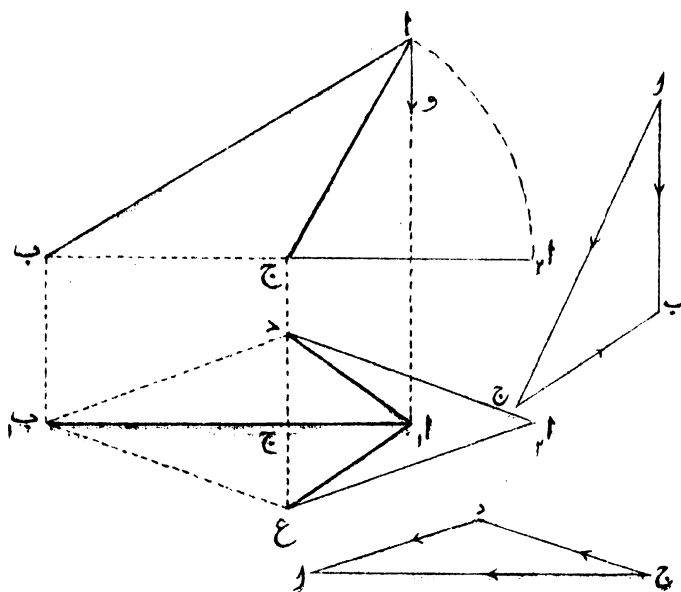
(۲) شکل ۱۵۱ میں جو قینچی دکھائی گئی ہے اُس پر بھرے ہوئے
خطوط سے دکھائے ہوئے بوجھوں کے تحت متکافی شکل کس طرح کھینچی
جائیگی۔ کیا یہ صحیح ہوگا کہ بوجھوں ۷ اور ما کو نقطہ دار خطوط کے مقامات پر
منتقل کر کے متکافی شکل حاصل کی جائے۔

اس صورت کے لیے زور کا نقشہ حاصل کرنے کے لیے پہلے ۷ ھ کا زور
معیاروں کے طریقے سے حاصل کرنا چاہیے۔ یہ اس طرح حاصل ہوگا کہ عقدہ ی کے گرد

اس کے ایک جانب کی تمام قوتوں کا معیار لیا جائے اور اس کو ی سے سلاخ ک ھ کے انتصابی فاصلے سے تقسیم کیا جائے۔ بوجھوں ک اور ھا کو باقی تمام بوجھوں (۱، ۲) وغیرہ کے مساوی اور ان سب کو و کے مساوی لینے سے ک ھ کی قوت ۸۸ء ۲ و حاصل ہوتی ہے۔ اگر بوجھوں کی یہ قیمت نہ ہو تو ی کے گرد معیار لینے میں ان کی جو بھی قیمت ہو وہ استعمال کی جائے۔ اب ایک انتصابی خط پر نقاط ۱، ۲، ۳ وغیرہ، لگاؤ جو بوجھوں کو تعبیر کریں (جیسا کہ شکل میں (۲) سے دکھایا گیا ہے)، اور ک ھ کو افقاً کھینچو جو ک ھ کے محسوبہ زور کو تعبیر کرے (جو موجودہ صورت میں ۸۸ء ۲ و ہے)۔ نقطہ ھ حاصل ہونے کے بعد متکافی شکل معمولی قاعدوں سے حاصل ہو جاتی ہے اور شکل (۲) میں دکھائی گئی ہے۔ یہ نقشہ بالکل ایسا ہی نہیں رہیگا اگر بوجھ شکل (۱) کے نقطہ دار مقامات پر ہوتے۔ یہ شکل (۳) کو دیکھنے سے معلوم ہوگا جس کو ک اور ھا کے نقطہ دار مقامات کے لیے کھینچا گیا ہے۔ معیاروں کے طریقے سے ک ھ کی قوت اس صورت میں ۵۹ء ۲ ٹن حاصل ہوتی ہے لیکن اس صورت میں اس کو محسوب کرنے کی ضرورت نہیں کیونکہ نقشہ بار (Barr) کے طریقے کے مطابق سلاخوں د، ع اور ع، ف کی بجائے ایک سلاخ رکھنے سے حاصل ہو سکتا ہے۔ اشکال ۲ اور ۳ کا مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ زوروں میں کیا تبدیلی ہو جاتی ہے۔

تپائیوں اور سہ پایوں کے زور ــــــ اگرچہ تین العادی ڈھانچوں کی بحث ہماری موجودہ وسعت سے باہر ہے لیکن ہم سہ پایوں یا تپائیوں کے زوروں سے بحث کرینگے۔

ڈھانچے کا سطحی خاکہ اور رُوکار کھینچو اور فرض کرو کہ ا پر بوجھ و ہے۔ ا ب پیچھے کا پایہ ہے اور ا د اور ا ع سامنے کے پایے ہیں۔ و کو ا ب کی سمت میں اور دوسرے دو پایوں کے مستوی میں تحلیل کرو، اور یہ اس طرح کہ و کے مساوی ا ب کھینچو اور ۲ ب کے

متوازی ب ج اور ا ج کے متوازی ا ج۔ تب ا ب کی قوت ب ج سے تعبیر ہوگی۔ اب سہ پایوں کو گھما کر افقی حالت میں لے آؤ جس سے مثلث ا د ع کی حقیقی شکل ا۲ د ع حاصل ہو۔ پھر ا ج افقاً کھینچو اور ا د اور ج د علی الترتیب ع ا۲ اور د ا۲ کے متوازی کھینچو۔ اس طرح سامنے کے پایوں کے زور حاصل ہونگے۔

شکل ۱۵۲
سہ پائیوں کے زور

بارہواں باب

ستون، کھم، اور داب روک

فشاری ارکان کے ستونوں کی مضبوطی کا مسئلہ بہت اہم ہے، اور ایک زمانے تک اس پر بحث اور تحقیق ہوتی رہی۔ حال میں کوئبک کے پل کے نقصان سے اس مضمون سے تازہ دلچسپی پیدا ہو گئی اور مستقبل قریب میں بہت سے محقق غالباً اسی سمت میں اپنی کوششیں صرف کرینگے۔ یہ مضمون مشکل ہے شک ہے لیکن اکثر نقشہ کشوں اور مجوزوں کے ذہن میں اس کے متعلق جو پیچیدگی ہے وہ یقیناً بڑی حد تک مختلف ضابطوں کا مطلب اچھی طرح ذہن نشین نہ ہونے کی وجہ سے ہے۔ ہم اس سے حسب ذیل طریقے پر بحث کر کے جو ہمارے خیال میں بالکل نیا ہے اس مضمون کو بالکل واضح کر دینے کی کوشش کرینگے۔

بندھن سلاخ کی تجویز میں کامی زور مستقل لیا جاتا ہے یعنی زور بندھن کی شکل اور طول پر منحصر نہیں ہوتا۔ لیکن داب روکوں یعنی فشاری ارکان میں کامی زور رکن کی شکل، طول، اور اس کے سروں کی حالت پر منحصر ہوتا ہے جس مقدار سے ایک کیل دار جوڑوں کے داب روک، ستون یا کھم کے کامی زور یا مضبوطی کا تعین ہوتا ہے وہ

$$\frac{\text{ستون کا طول}}{\text{مرکزِ ہندسی کے گرد اقل گردشی نصف قطر}} = \text{ج}$$

ہے۔ اِس مقدار کو داب روک کے جھکاؤ کی قدر سے موسوم کیا جائیگا۔

جن داب روکوں کے سرے کسی اَور طرح ثابت ہوں اُن کے لیے جھکاؤ کی قدر طول کی بجائے معادل طول لینے سے حاصل ہوگی معادل طول حاصل کرنے کا طریقہ ہم آگے چل کر بیان کرینگے۔

داب روکوں میں کامی زور کے مستقل نہ ہونے کی وجہ یہ ہے کہ سوائے اِس صورت کے کہ طول بہت ہی کم ہو داب روک پچلاؤ کی وجہ سے ناکارہ نہیں ہوتے بلکہ جھکاؤ کی وجہ سے۔ اگر کسی وجہ سے داب روک کا مرکزی خط بالکل سیدھا نہ ہو یا بوجھ مرکز سے ہٹ جائے تو خماؤ کے زور پیدا ہوتے ہیں، اور ان خماؤں کے زوروں سے جو بگاڑ پیدا ہوتا ہے وہ خروج المرکز کو اَور بڑھا دیتا ہے، یہاں تک کہ آخرکار ناکارگی اسی وجہ سے واقع ہوتی ہے۔

ستون کے ضابطے ـــــ فشار کے کامی زور کو داب روک کی جھکاؤ کی قدر اور اس کے مادے کی فشاری مضبوطی کی رقوم میں حاصل کرنے کے لیے بہت سے ضابطے تجویز کیے گئے ہیں جن میں سے بعض نظری ہیں اور بعض آزمائشی۔ ان ضابطوں کا باہم مقابلہ کرنے سے پہلے اس کا اطمینان کرلینا چاہیے کہ وہ ایک ہی فشاری مضبوطی اور سروں کی تثبیت کی اسی کیفیت کے لیے ہیں۔ ہم ذیل کے ضابطوں پر غور کرینگے:-

(۱) **آئیلر[1] کا ضابطہ** ـــــ یہ ضابطہ لمبے داب روکوں کے لیے ہے

[1] Euler

جن میں راست زور جھکاؤ کے زور کے مقابلہ میں بہت خفیف ہوتا ہے۔ یہ ضابطہ عموماً اس شکل میں لکھا جاتا ہے:—

$$\text{د} = \frac{\pi^2 \text{آ} \text{ ے}}{\text{ل}^2}$$

جس میں د = شکستی بوجھ (نہ کہ کامی بوجھ)

ے = ینگ کا مقیاس

آ = اقل معیارِ جمود

ل = کیل دار جوڑوں کے داب روک کا طول

استعمال کے لیے زیادہ موزوں شکل یہ ہوگی:—

$$\therefore \frac{\text{د}}{\text{ب}} = \text{شکستی زور} = \frac{\pi^2 \text{ے ب گ}^2}{\text{ب ل}^2}$$

$$= \frac{\pi^2 \text{ے}}{\left(\frac{\text{ل}}{\text{گ}}\right)^2} = \frac{\pi^2 \text{ے}}{\text{ج}^2}$$

قدرِ سلامتی = ۴ اختیار کی جائے تو

$$\text{کامی زور} = \text{زج} = \frac{\text{شکستی زور}}{4} = \frac{\pi^2 \text{ے}}{4 \text{ ج}^2}$$

نرم فولاد کے لیے ے = ۱۳۴۰۰ ٹن فی مربع انچ

$$\therefore \text{زج} = \frac{\pi^2 \text{ے}}{4 \text{ ج}^2} = \frac{33000}{\text{ج}^2} \text{ ٹن فی مربع انچ}$$

پٹواں لوہے کے لیے $\text{زج} = \frac{30000}{\text{ج}^2}$ " " "

اسی طرح ڈھلواں لوہے کے لیے $\text{زج} = \frac{15000}{\text{ج}^2}$ " " "

لکڑی کے لیے نج = ۲۰۰۰ / ج۲ ٹن فی مربع انچ

آئیلر کے ضابطے کا ثبوت۔ — آئیلر کے ضابطے کا ثبوت

اکثر طلبہ کو مشکل معلوم ہوتا ہے کیونکہ اس میں ایک تفرقی مساوات شریک ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ ایک ستون کسی وجہ سے منصرف ہو کر وہ شکل اختیار کر لیتا ہے جو شکل ۱۵۳ (ا) میں دکھائی گئی ہے تب اس میں خماؤ کے زور پیدا ہونگے اور داب روک سہاروں پر ایک قوت د لگائیگا جس کا تقاضا داب روک کو سیدھی وضع میں لے آنے کا ہوگا۔ اب اگر داب روک پر بوجھ د سے کم ہو تو داب روک سیدھا ہو جائیگا اور اس طرح یہ حالت بے خطر ہے۔ لیکن اگر بوجھ د سے زیادہ ہو تو داب روک منصرف ہوتا جائیگا اور آخرکار ٹوٹ جائیگا۔ بوجھ د کے مساوی ہو تو یہ غیر قایم تعادل کی حالت ہوگی اس لیے د کو فاصل یا خم آور بوجھ کہا جاتا ہے۔

داب روک کے کسی نقطے ا پر غور کرو۔

ا پر خماؤ کا معیار = م = د × لا

اگر انحنا کا نصف قطر س ہو تو

$$\frac{1}{س} = -\frac{فر^2 لا}{فر ما^2} = \frac{م}{آ ے} = \frac{د لا}{آ ے}$$

$$\therefore \frac{فر^2 لا}{فر ما^2} = -\frac{د}{آ ے} \times لا = -م^2 لا \qquad \ldots\ldots (1)$$

اس میں یہ فرض کیا گیا ہے کہ آ مستقل ہے یعنی داب روک کی تراش یکساں ہے۔

اس تفرقی مساوات کا عام حل یہ ہے:-

$$لا = ا\ جم\ م\ ما + ب\ جب\ م\ ما \qquad \ldots\ldots (2)$$

جس میں ا اور ب مستقل ہیں جن کی قیمت اس طرح حاصل ہوگی:-

$$ما = -\frac{ل}{۲} \text{ اور } +\frac{ل}{۲} \text{ پر، } لا = ۰$$

$$\therefore ۰ = ا \text{ جم } \frac{م ل}{۲} + ب \text{ جب } \frac{م ل}{۲} \quad \ldots\ldots (۳)$$

$$۰ = ا \text{ جم } \frac{-م ل}{۲} + ب \text{ جب } \frac{-م ل}{۲} \quad \ldots\ldots (۴)$$

$$= ا \text{ جم } \frac{م ل}{۲} - ب \text{ جب } \frac{م ل}{۲}$$

∴ ضروری ہے کہ ب = ۰

اس طرح $لا = ا \text{ جم } م ما$ .... (۵)

ما = ۰ پر لا محدود ہے، ∴ ا صفر نہیں

∴ اگر $ا \text{ جم } \frac{م ل}{۲} = ۰$

تو ضروری ہے کہ $\text{جم } \frac{م ل}{۲} = ۰$

اس شرط کا عام حل یہ ہوگا:—

$$\frac{م ل}{۲} = \frac{ن \pi}{۲}$$

$$\therefore م^۲ = \frac{ن^۲ \pi^۲}{ل^۲}$$

$$\therefore \frac{د}{آے} = \frac{ن^۲ \pi^۲}{ل^۲}$$

$$د = \frac{ن^۲ \pi^۲ آے}{ل^۲} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۶)$$

د کی اقل قیمت جو ہمارے لیے اہم ترین ہے ن = ا سے

حاصل ہوگی۔ اس کو لکھ سکتے ہیں :۔

$$د = \frac{\pi^2 \text{آ} \text{ے}}{\text{ل}^2} \quad \text{.........} (۷)$$

دیکھو د مقدار لا پر منحصر نہیں۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ چھوٹے نصف قطر انحنا پر بھی داب روک کو منصرف رکھنے کے لیے اتنی ہی قوت درکار ہوتی ہے جتنی کہ بڑے نصف قطر انحنا پر، اس لیے اگر بوجھ د سے ذرا بھی زیادہ ہو تو داب روک منصرف ہی ہوتا جائیگا اور آخرکار ٹوٹ جائیگا۔

آئیلر کے ضابطے کا استعمال ـــــ یہ یاد رہے کہ اس ضابطے میں ہم نے داب روک کے اندر کے راست فشاری زور کا لحاظ نہیں رکھا۔ اگر داب روک کا طول بہت چھوٹا ہو تو آئیلر کے ضابطے سے بے خطر زور مادے کے بے خطر فشاری زور سے زیادہ حاصل ہوگا۔ ایسی صورت میں ظاہر ہے کہ آئیلر کے ضابطے کے نتیجہ کو استعمال نہیں کرنا چاہیے۔ مثلاً اگر آئیلر کے ضابطے سے نرم فولاد کے لیے زج کی قیمت ۶ ٹن فی مربع انچ سے زیادہ حاصل ہوتی ہو تو ۶ ٹن فی مربع انچ استعمال کرنا چاہیے۔

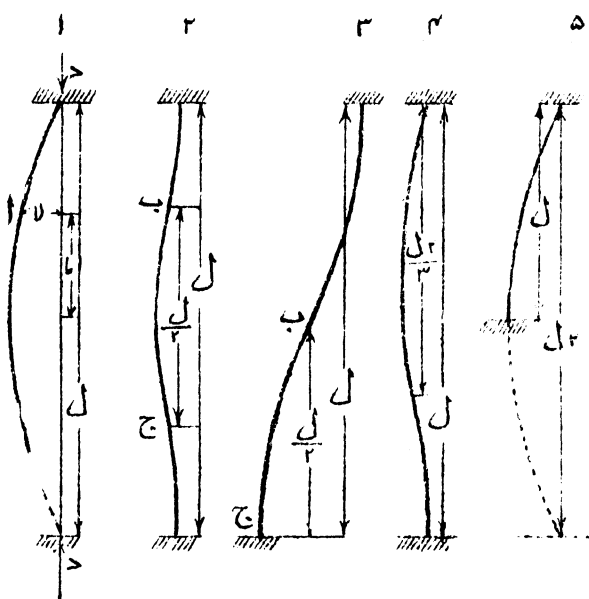
سروں کو ثابت کرنے کا طریقہ۔ ستون کا معادل طول۔

اُوپر کے عمل میں ہم نے سروں کو کیل دار جوڑوں کا فرض کیا ہے۔ اگر سرے کسی اور طریقے پر ثابت ہوں تو ضابطے میں معادل کیل دار جوڑوں کے داب روک کا طول لینا چاہیے۔ اِس طول کو ستون کا معادل طول کہا جائیگا۔

اب سروں کو ثابت کرنے کے حسب ذیل طوروں پر غور کرو (دیکھو شکل ۱۵۳ء) :۔

(۱) دونوں سروں پر کیل دار جوڑ۔ یہ معیاری صورت ہے۔

(۲) دونوں سرے محل اور سمت میں ثابت۔ اس صورت میں جھکاؤ کے بعد وضع ویسی ہوگی جیسی کہ شکل میں دکھائی گئی ہے اور معادل طول ب ج ہوگا۔ یعنی طول ب ج کا کیل دار جوڑ والا داب روک اتنا ہی مضبوط ہوگا جتنا کہ یہ ثابت داب روک۔

∴ اس صورت میں معادل طول = $\frac{ل}{۲}$

جھکاؤ کی قدر = ج = $\frac{ل}{۲گ}$

شکل ۱۵۳

ستونوں کے سروں کو ثابت کرنے کے طریقے

(۳) دونوں سرے صرف سمت میں ثابت ــــ جھکاؤ کے بعد وضع شکل کے مطابق ہوگی۔ صورت (۱) سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا

کہ (۳) کا حصہ ب ج صورت (۱) کے نصف کے معادل ہے اور

ب ج = $\frac{ل}{۲}$ اس لیے

داب روک کا معادل طول = ل

∴ جھکاؤ کی قدر = ج = $\frac{ل}{گ}$

(۴) ایک سرا سمت اور محل میں ثابت، دوسرا کیل سے جڑا ہوا — شکل سے ظاہر ہے کہ اس صورت میں

داب روک کا معادل طول = $\frac{۲ ل}{۳}$ [۱]

جھکاؤ کی قدر = ج = $\frac{۲ ل}{۳ گ}$

(۵) ایک سرا سمت اور محل میں ثابت، دوسرا آزاد — اس صورت میں

داب روک کا معادل طول = ۲ ل

∴ جھکاؤ کی قدر = ج = $\frac{۲ ل}{گ}$

جھکاؤ کی قدر کی قیمتوں کا خلاصہ

صورت ۵	صورت ۴	صورت ۳	صورت ۲	صورت ۱	
$\frac{۲ ل}{گ}$	$\frac{۲ ل}{۳ گ}$	$\frac{ل}{گ}$	$\frac{ل}{۲ گ}$	$\frac{ل}{گ}$	جھکاؤ کی قدر = ج

[۱] زیادہ صحیح تقرب ۰٫۷ ل ہے۔

یہی قیمتیں آئیلر (Euler) کے ضابطے میں اور دیگر ضابطوں میں استعمال کرنی چاہئیں جن میں جھکاؤ کی قدر شریک ہوتی ہے۔

(ب) رینکن کا ضابطہ ــــ اس ضابطے کو بعض لوگ گارڈان و رینکن کا ضابطہ بھی کہتے ہیں۔ یہ حسب ذیل ہے:ــ

$$ز_ج = \frac{ز_ف}{1 + ا\left(\frac{ل}{گ}\right)^2}$$

$$= \frac{ز_ف}{1 + ا ج^2}$$

جہاں

$ز_ف$ = زیر بحث شے کے بہت چھوٹے طول کے لیے بے خطر فشاری زور

ا = ایک مستقل جو شے کے مادے پر منحصر ہے۔

ج = داب روک کی جھکاؤ کی قدر

$ز_ج$ = داب روک کا کامی زور فی مربع انچ

ا کی قیمتیں مختلف ماہرینِ فن کے نزدیک مختلف ہیں۔ ہم حسب ذیل قیمتیں دیتے ہیں:ــ

نرم فولاد	$ا = \frac{1}{9000}$ تا $\frac{1}{7000}$ ،	$ز_ف$ = ۶٫۷ ٹن فی مربع انچ
پٹوان لوہا	$ا = \frac{1}{9000}$ تا $\frac{1}{8000}$ ،	$ز_ف$ = ۴ "
ڈھلا لوہا	$ا = \frac{1}{2500}$ تا $\frac{1}{1800}$ ،	$ز_ف$ = ۷ "
لکڑی	$ا = \frac{1}{2000}$ ،	$ز_ف$ = ۵٫ "

ہر صورت میں ا کی بڑی قیمت کا استعمال کرنا بہتر ہے۔

مستقلوں کی قیمتیں مختلف ماہرین فن کے نزدیک بہت مختلف ہیں اور مقابلہ کرنے میں اس کا خیال رکھا جائے کہ بےخطر زوروں کا مقابلہ کیا جائے جو ہمارے دیے ہوئے اعداد سے اور دیگر لوگوں کے اعداد سے حاصل ہوں کیونکہ مستقلوں کے ساتھ ساتھ اُن کے ہاں نی کی قیمت بھی مختلف ہوگی اور اس طرح ممکن ہے کہ بےخطر زور تقریباً مساوی حاصل ہوں۔ یہ بھی دیکھا جائے کہ کیل جوڑ کے سروں کو معیاری مانا گیا ہے یا ثابت سروں کو۔

رینکن کے ضابطے کی ساخت ـــــ رینکن کا ضابطہ

آئیلر کے ضابطہ کی ایک اصلاح یافتہ شکل ہے۔

اگر ج بہت خفیف ہو، یعنی اگر داب روک بہت چھوٹا ہو تو مقدار ا ج^{2} بہت خفیف ہوگی اور اس طرح زج = زف حاصل ہوگا۔

اور ظاہر ہے کہ یہی نتیجہ حاصل ہونا چاہیے۔

اگر ج بڑا ہو یعنی اگر داب روک لمبا ہو تو ا ج^{2} اتنا بڑا ہوگا کہ اُس کے مقابلے میں ا کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ اِس طرح

$$\text{زج} = \frac{\text{زف}}{\text{ا ج}^{2}}$$

یہ بالکل آئیلر کے مطابق ہوگا اگر $\frac{\text{زف}}{\text{ا}} = \frac{\pi^{2}\text{ے}}{۴}$

یعنی اگر $\frac{۱}{\text{ا}} = \frac{\pi^{2}\text{ے}}{۴\,\text{زف}} = ۶۶۱۰$

اگرچہ بعض مصنفین کا بیان ہے کہ اِس طرح جو مستقل حاصل ہوتے ہیں وہ تجرباتی نتائج سے مطابق ہوتے ہیں لیکن دراصل مستقلوں کو اِس طرح

نظری حساب کے ذریعے حاصل نہیں کیا جاتا، بلکہ تجربے سے حاصل کیا جاتا ہے۔

ہم نے اوپر جو اعداد دیے ہیں وہ بہترین دستور کے مطابق ہیں۔

یہ بات دلچسپی سے خالی نہ ہوگی کہ رینکن کے ضابطے کی ایک شکل میں جس سے داب روک کا شکستی یا خم آور بوجھ حاصل ہوتا ہے یعنی

$$\frac{ح}{ب} = \frac{ز}{١ + ر \left(\frac{ل}{گ} \right)^{٢}}$$

اس میں ز لچک کی حد کا زور ہے۔

اس سے پہلے کسی باب میں ہم ذکر کر چکے ہیں کہ کامی زور کو لچک کی حد سے حاصل کرنا مناسب ہے، یعنی قدرِ سلامتی کو لچک کی حد کے حوالے سے اختیار کرنا چاہیے۔

مسٹر بکے نن[1] نے رسالہ انجینیرانگ نیوز (۲۶ ڈسمبر ۱۹۰۷ء) میں (یعنی کوئبک[2] کے پل کے حادثہ کے بعد) ایک مضمون شایع کیا ہے جس میں پوری جسامت کے تعمیر شدہ ستونوں پر (جیسے کہ حقیقی پلوں میں استعمال ہوتے ہیں) کیے ہوئے تجربات کے نتایج شایع کیے ہیں۔ یہ تجربات ۱۴ سال کی مدت تک کیے گئے اور ان سے معلوم ہوتا ہے کہ چھوٹے ستونوں کے لیے بھی خم آور زور تنشی نقطۂ مغلوبیت کے ۹۰ فیصدی سے زیادہ نہیں ہوتا (دیکھو صفحہ ۵)۔

اس طرح دیکھو کہ جو ستون عملاً استعمال ہوتے ہیں اُن میں خم آور زور ہرگز نقطۂ مغلوبیت کے زور سے زیادہ نہیں ہوگا۔ اس لئے قدرِ سلامتی کو نقطۂ مغلوبیت کے زور کے

---

[1] Mr.C.P.Buchanan

[2] Quebec

لحاظ سے اختیار کرنا ہی معقول معلوم ہوتا ہے۔

خطِ مستقیم کا ضابطہ ــــ یہ آزمایشی ضابطے زیادہ تر امریکہ میں مستعمل ہیں اور سرسری کام کے لیے ان سے بہت عمدہ تقرب حاصل ہوتا ہے۔ ان کی شکل یہ ہے :۔

$$ز_ج = ز_ت \left(۱ - ع \frac{ل}{گ}\right)$$

$$= ز_ت \left(۱ - ع ج\right)$$

جس میں $ز_ج$ اور $ز_ت$ حسب سابق ہیں۔

ع = ایک مستقل جو مادے پر منحصر ہوگا۔

ع کی قیمتیں حسب ذیل لی جا سکتی ہیں :۔

نرم فولاد	ع = ۰۰۵۳ء
پٹوان لوہا	ع = ۰۰۵۳ء
ڈھلا لوہا	ع = ۰۰۸ء
لکڑی	ع = ۰۰۸۳ء

ربینکن کے ضابطے کی طرح اس میں بھی مستقلوں کی قیمتیں مختلف لوگوں کے نزدیک مختلف ہیں۔

آج کل یہ ضابطے عموماً خطوطِ مستقیم کا ایک سلسلہ ہوتے ہیں۔ شکل ۱۵۳ ا میں وہ اعداد دیے گئے ہیں جو نرم فولاد کے لیے مختلف برطانوی اقتداروں یعنی لندن کونٹی کونسل، برطانوی انجینیری کے معیاروں کی مجلس، اور تعمیری انجینیروں کی مجلس نے پیش کیے ہیں۔ ان منحنیوں کو نازکی کی قدر (یعنی ستون کا حقیقی طول ÷ نازکی کی قدر) کے بالمقابل ترسیم کیا گیا ہے۔

نقشہ میں جگہ کی کفایت کے خیال سے منحنیوں کو دو حصوں میں

کھینچا گیا ہے: اوپر کے حصوں کے لیئے نازکی قدر کا افقی پیمانہ اوپر کا ہے اور نیچے کے حصوں کے لیے نیچے کا۔

مصنف کو اِن خطِ مستقیم کے ضابطوں میں اُن ضابطوں پر کوئی برتری نہیں نظر آتی جو سائنٹفک پہلو کے زیادہ مطابق ہیں۔ عملی استعمال میں تو ہمیشہ کوئی نہ کوئی جدول یا نقشہ استعمال کیا جاتا ہے اس لیے ضابطے کے پیچیدہ ہونے سے عملاً کوئی دقت نہیں پیش آتی۔

(د) **جانسن کا مکافی ضابطہ** —— یہ بھی ایک آزمائشی ضابطہ ہے جو اِس غرض سے وضع کیا گیا ہے کہ بڑے طولوں کے لیے آئیلر سے مطابق ہو اور چھوٹے طولوں کے لیے معمولی فشاری مضبوطی کے مطابق ہو۔ اس کی شکل یہ ہے:-

$$ز_ج = ز_ن \left\{ ۱ - س \left(\frac{ل}{گ}\right)^۲ \right\}$$

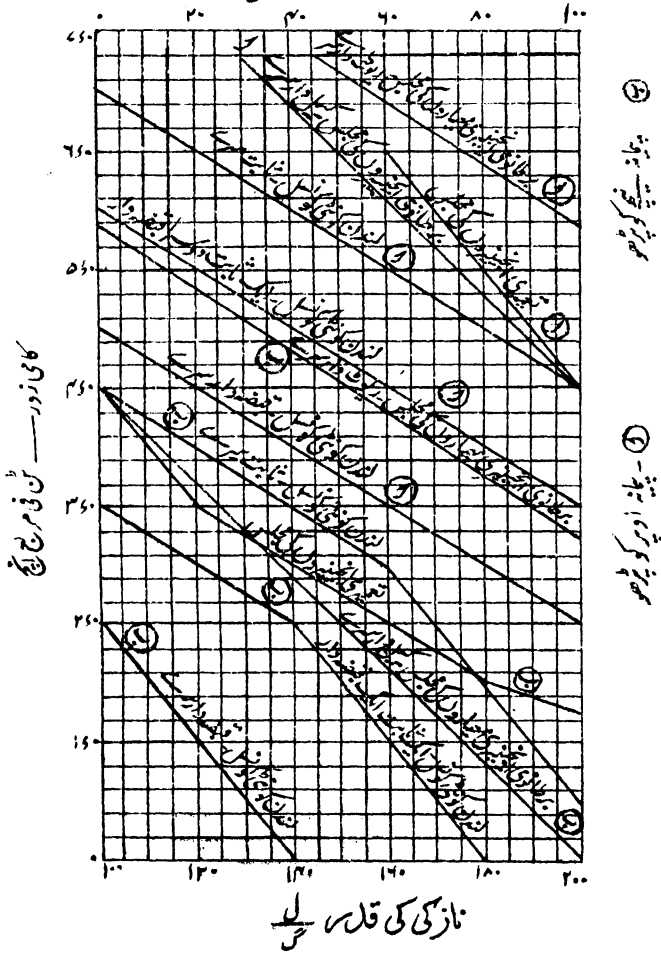
$$= ز_ن \left\{ ۱ - س\ ج^۲ \right\}$$

س ایک مستقل ہے جس کی قیمت ایسی ہے کہ $ز_ج$ کو ج کے اساس پر ترسیم کیا جائے تو منحنی آئیلر کے منحنی کو مس کرےگا، اور یہ منحنی اُسی نقطے تک استعمال کیا جاتا ہے جہاں کہ یہ آئیلر کے منحنی سے ملتا ہے۔

(ع) **مصنف کا ضابطہ** —— ذیل کا ضابطہ اس پر مبنی ہے کہ عملاً کوئی ستون بالکل ہندسی طور پر سیدھا نہیں ہوتا، اور اس طرح مناسب ہے کہ ضابطہ اخذ کرنے میں ستون کے ٹیڑھے پن کی وجہ سے ایک خفیف ابتدائی انصراف مانا جائے۔ اس طرح کے دو ضابطے استعمال میں فِڈلر[1] کا ضابطہ اور مانکریف[2] کا ضابطہ کے نام سے مشہور ہیں۔ یہ ضابطے صحیح نظریے اور تجربات کے زیادہ مطابق ہیں

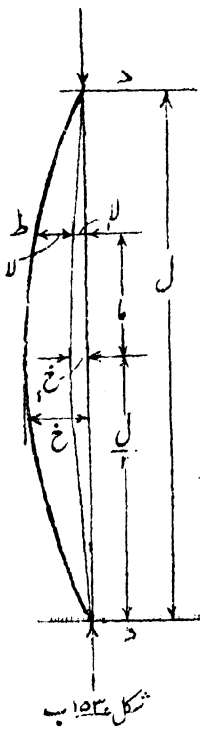
[1] Fedler [2] Moncrieff

نازکی کی قدر ل/ح
۰
۲۰
۴۰
۶۰
۸۰
۱۰۰
۷٫۰
۶٫۰
۵٫۰
۴٫۰
۳٫۰
۲٫۰
۱٫۰
۰
۱۰۰
۱۲۰
۱۴۰
۱۶۰
۱۸۰
۲۰۰
نازکی کی قدر ل/ح
کامی زور — ٹن فی مربع انچ

شکل ۱۵۳ ا

بہ نسبت دیگر ضابطوں کے جو ہم بیان کر چکے ہیں۔ لیکن ان کی پیچیدگی اور اخذ کرنے کی طوالت کی وجہ سے درس میں عموماً ان سے بحث نہیں کی جاتی۔ اگر ان کا ذکر کیا بھی جاتا ہے تو بس اس قدر کہ یہ رینکن کے ضابطے سے اہمیت میں کم ہیں حالانکہ انگلستان میں ان کا استعمال غالباً سب ضابطوں سے زیادہ ہے۔ ذیل کے ضابطے اُس طریقے سے مختلف ریاضیاتی طریقے سے حاصل کیے گئے ہیں جو کہ فِڈلر اور مانکریف کے ضابطوں میں اختیار کیا گیا ہے اور استعمال کرنے کے لیے فڈلر اور مانکریف کے ضابطوں سے کم قابلِ اعتماد نہیں۔

صورت اکیلی دار یا قبضہ دار سرے۔ ہم معیاری صورت اُس صورت کو لینگے جس میں سرے قبضہ دار ہوں۔ کیونکہ اس میں بحث آسان ہوتی ہے، اور دوسری صورتوں کے لیے اس کے حوالے سے معادل طول حاصل کرنا آسان ہوتا ہے۔

ہم یہ فرض کر کے کہ ستون ابتدا میں خمیدہ ہے خماؤ کے معیار سے پیدا ہونے والے مزید انصراف کو محسوب کرینگے۔ اس کے بعد مرکز پر خماؤ کا زور محسوب کیا جاسکتا ہے اور اس میں راست بوجھ سے پیدا ہونے والے زور کو جمع کر سکتے ہیں۔ اس سے ستون میں دیے ہوئے بوجھ کے تحت اعظم زور حاصل ہوگا جس کو مادّے کے نقطۂ مغلوبیت کے مساوی رکھنے سے ایک جملہ حاصل ہوگا۔ جس کی مدد سے ستون کا انتہائی زور معلوم کیا جاسکتا ہے۔

ہم فرض کرینگے کہ ستون میں ابتدا میں کسی قدر خم ہے جو شکل ۱۵۲ ب میں باریک لکیر سے دکھایا گیا ہے اور بوجھ لگانے کے بعد انصراف بڑھ کر موٹی لکیر کی شکل اختیار کرتا ہے۔ فرض کرو کہ ابتدائی مرکزی انصراف یا خروج المرکز خ ہے، اور مان لو کہ ابتدائی شکل جیب کے منحنی کی ہے۔ جیب کا منحنی اس لیے اختیار کیا گیا ہے کہ ریاضیاتی بحث میں آسانی ہو ورنہ یہ ثابت کیا گیا ہے کہ مستدیر یا مکانی شکل لینے سے بھی تقریباً بالکل

یہی نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

ایک نقطہ ط پر غور کرو جس کا ابتدائی خروج المرکز

$$\text{لا}_۱ = \text{خ}_۱\ \text{جم}\left(\frac{\pi\ \text{ما}}{\text{ل}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (۳)$$

سے حاصل ہوگا اور فرض کرو کہ بوجھ و سے اس ابتدائی محل سے مزید انصراف لا پیدا ہوتا ہے۔ تب ط پر خماؤ کا معیار

$$\text{مر} = \text{د}\,(\text{لا} + \text{لا}_۱)$$

$$= \text{د}\left\{\text{لا} + \text{خ}_۱\ \text{جم}\left(\frac{\pi\ \text{ما}}{\text{ل}}\right)\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (۴)$$

چونکہ انصراف خفیف ہے اس لیے حسب سابق یوں لکھا جاسکتا ہے:۔

$$\text{مر} = -\,\text{آ ے}\ \frac{\text{فر}^{۲}\ \text{لا}}{\text{فر}\ \text{ما}^{۲}}$$

$$\text{یا}\quad \frac{\text{فر}^{۲}\ \text{لا}}{\text{فر}\ \text{ما}^{۲}} = -\,\frac{\text{د}}{\text{آ ے}}\left\{\text{لا} + \text{خ}_۱\ \text{جم}\left(\frac{\pi\ \text{ما}}{\text{ل}}\right)\right\}$$

یا آسانی کے لیے $\frac{\text{د}}{\text{آ ے}} = \text{م}^{۲}$ لکھنے سے .... (۵)

$$\frac{\text{فر}^{۲}\ \text{لا}}{\text{فر}\ \text{ما}^{۲}} = -\,\text{م}^{۲}\left\{\text{لا} + \text{خ}_۱\ \text{جم}\ \frac{\pi\ \text{ما}}{\text{ل}}\right\} \quad \ldots\ldots (۶)$$

اس تفرقی مساوات کا عام حل یہ ہے:۔

$$\text{لا} = \text{ا جیب م ما} + \text{ج جم م ما} + \frac{\text{خ}_۱\ \text{م}^{۲}\ \text{ل}^{۲}}{(\pi^{۲} - \text{م}^{۲}\ \text{ل}^{۲})}\ \text{جم}\ \frac{\pi\ \text{ما}}{\text{ل}} \quad \ldots\ldots (۷)$$

زیر بحث صورت کے لیے خاص حل حاصل کرنے کے لیے یہ شرائط ہیں کہ $\text{ما} = +\frac{\text{ل}}{۲}$ اور $-\frac{\text{ل}}{۲}$ پر $\text{لا} = ۰$۔

اس کے لیے $\text{ا} = ۰$۔

شکل ۱۵۳ ب

تب $\text{لا} = + \frac{\text{ل}}{۲}$ لینے سے

$$۰ = \text{ج}\ \text{جم}\ \frac{\text{م}\,\text{ل}}{۲} + \frac{\text{خ}\ \text{م}_۱\ \text{ل}^۲}{(\pi^۲ - \text{م}^۲\ \text{ل}^۲)}\ \text{جم}\ \frac{\pi}{۲}$$

$$= \text{ج}\ \text{جم}\ \frac{\text{م}\,\text{ل}}{۲} + ۰$$

$\text{جم}\ \frac{\text{م}\,\text{ل}}{۲}$ اسی صورت میں صفر ہوگا کہ $\text{م}\,\text{ل} = \pi$ یا $\text{م}^۲\ \text{ل}^۲ = \pi^۲$

یعنی $\frac{\text{د}}{\text{آے}}\ \text{ل}^۲ = \pi^۲$

یا $\text{د} = \frac{\pi^۲\ \text{آے}}{\text{ل}^۲}$

یہ د کی وہی قیمت ہے جو آئیلر کے ضابطے سے حاصل ہوتی ہے، اور چونکہ جن صورتوں پر غور کیا جائیگا اُن سب میں د اِس قیمت سے کم ہوگا اِس لیے $\text{جم}\ \frac{\text{م}\,\text{ل}}{۲}$ صفر نہیں ہوگا اس لیے $\text{ج} = ۰$

اِس طرح مساوات (۵) یہ ہو جاتی ہے:—

$$\text{لا} = \frac{\text{خ}\ \text{م}_۱\ \text{ل}^۲}{(\pi^۲ - \text{م}^۲\ \text{ل}^۲)}\ \text{جم}\ \frac{\pi\ \text{ما}}{\text{ل}} \qquad (۸)$$

لا کی اعظم قیمت $\text{ما} = ۰$ پر ہوتی ہے اور حسب ذیل ہوتی ہے:—

$$\text{لا}_{\text{اعظم}} = \frac{\text{خ}\ \text{م}_۱\ \text{ل}^۲}{(\pi^۲ - \text{م}^۲\ \text{ل}^۲)} \qquad (۹)$$

∴ ستون کے مرکز پر مجموعی انصراف یا موثر خروج المرکز یہ ہوگا:—

$$\text{خ} = \text{خ}_{۱} + \text{لا}_{\text{اعظم}}$$

$$= \text{خ}_{۱}\left(۱ + \frac{\text{م}^{۲}\,\text{ل}^{۲}}{\pi^{۲} - \text{م}^{۲}\,\text{ل}^{۲}}\right)$$

$$= \text{خ}_{۱}\left(\frac{\pi^{۲}}{\pi^{۲} - \text{م}^{۲}\,\text{ل}^{۲}}\right)$$

$$= \frac{\text{خ}_{۱}}{\left(۱ - \frac{\text{م}^{۲}\,\text{ل}^{۲}}{\pi^{۲}}\right)} \quad \text{......(۱۰)}$$

اب فرض کرو کہ آئیلر کا فاصل زور $\text{ز}_{۱}$ ہے اور داب روک پر حقیقی زور کی حدت $\frac{\text{د}}{\text{ب}} = \text{ز}_{\text{ح}}$ ہے۔ تب

$$\frac{\text{م}^{۲}\,\text{ل}^{۲}}{\pi^{۲}} = \frac{\text{د}\,\text{ل}^{۲}}{\text{آ}\,\text{ے}\,\pi^{۲}} = \frac{\text{د}}{\text{ب}} \div \frac{\pi^{۲}\,\text{ے}}{\left(\frac{\text{ل}}{\text{گ}}\right)^{۲}}$$

$$= \frac{\text{ز}_{\text{ح}}}{\text{ز}_{۱}}$$

∴ مساوات (۱۰) یہ ہو جاتی ہے:-

$$\text{خ} = \frac{\text{خ}_{۱}}{۱ - \frac{\text{ز}_{\text{ح}}}{\text{ز}_{۱}}} \quad \text{......(۱۱)}$$

اگر فشاری کنارے کا فاصلہ تعدیلی محور سے $\text{ق}_{\text{ن}}$ ہو تو ستون کی مرکزی تراش میں

$$\text{حاصل فشاری زور} = \frac{\text{د}}{\text{ب}} + \frac{\text{م}\,\text{ق}_{\text{ن}}}{\text{آ}}$$

$$= \frac{\text{د}}{\text{ب}}\left(۱ + \frac{\text{خ}\,\text{ق}_{\text{ن}}}{\text{گ}^{۲}}\right)$$

$$= ن_ج \left(1 + \frac{خ\, ق_ن}{گ^2}\right) \qquad (۱۲)$$

ستون کا مادّہ متمدد ہو تو ناکارگی اُس وقت واقع ہوگی جب کہ یہ حاصل زور مادّے کے نقطۂ مغلوبیت کے زور $ن_م$ کے مساوی ہو۔

اس وقت

$$ن_م = ن_ج \left(1 + \frac{خ\, ق_ن}{گ^2}\right)$$

$$= ن_ج \left\{1 + \frac{خ_1\, ق_ن}{گ^2\left(1 - \frac{ن_ج}{ن_1}\right)}\right\} \qquad (۱۳)$$

اگر $\frac{خ_1\, ق_ن}{گ^2} = ع$ لکھا جائے تو

$$ن_م = ن_ج \left\{1 + \frac{ع\, ن_1}{ن_1 - ن_ج}\right\}$$

یا $$ن_م - ن_ج = \frac{ع\, ن_ج\, ن_1}{ن_1 - ن_ج}$$

یا $$ن_ج^2 - ن_ج \left\{ن_م + (1 + ع)\, ن_1\right\} + ن_1\, ن_م = 0$$

یا $$ن_ج = \frac{\left\{ن_م + (1+ع)\, ن_1\right\} - \sqrt{\left\{ن_م + (1+ع)\, ن_1\right\}^2 - 4\, ن_1\, ن_م}}{2} \qquad (۱۴)$$

کسی دیے ہوئے مادّے کے لیے $ن_م$ اور $ن_1$ معلوم ہونگے جن سے کسی دیے ہوئے ستون کے لیے فاصل زور کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔

اگر مادّہ پھوٹک ہے تو نقطۂ مغلوبیت کے زور کی جگہ انتہائی فشاری زور درج کرنا چاہیے اور ساتھ ہی یہ بھی یاد رہے کہ اگر مادّے کی تنشی مضبوطی فشاری مضبوطی سے کم ہے اور خروج المرکز اتنا ہے کہ

تناؤ پیدا کرے تو پیدا ہونے والے حاصل تنشی زور پر بھی غور کرنا چاہیے اور اس کو انتہائی تنشی مضبوطی کے مساوی رکھنا چاہیے۔

اوپر کے ضابطے میں ابتدائی خروج المرکز $خ_1 = 0$ رکھ کر دیکھنا دلچسپی سے خالی نہ ہوگا۔ اس سے عہ = ۰ اور اس طرح

$$ز_ح = \frac{ز_م + ز_1 - (ز_م - ز_1)}{2} = ز_1$$

مساوات درجۂ دوم کی دوسری اصل سے $ز_ح = ز_م$ حاصل ہوتا۔ اور اس سے آئیلر کے ضابطے کی صحیح تعبیر حاصل ہوتی ہے۔

عملی تجویز کے لیے عام ضابطہ ——— ایسے فولادی ستونوں کی کی تجویز کے لیے ضابطہ حاصل کرنے کے لیے جن میں لداؤ اتنا مرکزی ہو جتنا ممکن ہے یعنی معمولی عملی صورتوں کے لیے جن میں اگر کوئی خروج المرکز ہوتا ہے تو وہ اتفاقی ٹیڑھے پن کی وجہ سے ہوتا ہے ایسی صورتوں میں ہماری رائے ہے کہ خروج المرکز $خ_1 = \frac{ل^2}{2000\, ق}$ یعنی طول کے مربع کے متناسب اور تراش کی اقل گہرائی کے بالعکس متناسب لیا جائے۔ یہ ایک ۱۰ فٹ طول اور ۶ انچ گہرائی کے ستون میں $\frac{1}{4}$ انچ کے مساوی ہوگا اور اس کو عملی حالات میں انتہائی قیمت سمجھا جا سکتا ہے۔

اس طرح ہمارا ضابطہ (۱۳) یہ ہو جائیگا۔

$$ز_م = ز_ح \left\{ 1 + \frac{ل^2}{2000\, گ^2 \left(1 - \frac{ز_ح}{ز_1}\right)} \right\} \quad \cdots\cdots\cdots (16)$$

$$\text{یا}\quad ز_م - ز_ح = \frac{ل^2}{2000\, گ^2} \times \frac{ز_1 \times ز_ح}{ز_1 - ز_ح}$$

$$= \frac{ل^2}{2000\, گ^2} \times \frac{\pi^2 \, ے \, گ^2}{ل^2} \times \frac{ز_ح}{ز_1 - ز_ح}$$

$$= \frac{\pi^2 \text{ے}}{۲۰۰۰۰} \times \frac{\text{ن}_\text{ح}}{\text{ن}_\text{ا} - \text{ن}_\text{ح}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱۷)$$

فولاد کے لیے ے = ۳۰۰۰۰ کلو پونڈ (ہزار پونڈ کا پیمانہ) فی مربع انچ۔

اس لیے $(\text{ن}_\text{م} - \text{ن}_\text{ح})(\text{ن}_\text{ا} - \text{ن}_\text{ح}) = ۱۴،۸۰۰ \text{ ن}_\text{ح}$

نرم فولاد کے لیے $\text{ن}_\text{م} = ۴۵$

∴ ہمارا ضابطہ یہ ہو جاتا ہے:۔

$$\text{ن}_\text{ح}^2 - (۵۹،۸۰ + \text{ن}_\text{ا})\text{ ن}_\text{ح} + ۴۵\text{ ن}_\text{ا} = ۰ \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱۸)$$

اِس مساوات درجۂ دوم کا حقیقی حل یہ ہے:۔

$$\text{ن}_\text{ح} = \frac{(۵۹،۸۰ + \text{ن}_\text{ا}) - \sqrt{(۵۹،۸۰ + \text{ن}_\text{ا})^2 - ۱۸۰\text{ ن}_\text{ا}}}{۲}$$

$\frac{\text{ن}_\text{ح}}{۴۵}$ = س سے "ستون کے زور کی قدر" حاصل ہوتی ہے۔ یہ وہ نسبت ہے جو کسی دیے ہوئے ستون کو اسی مادّے کے ایک بہت چھوٹے ستون کے زور کے ساتھ ہو۔ اس کی قیمتوں کو شکل ۱۵۴ میں ترسیم کیا گیا ہے۔ اس شکل میں نقطہ مغلوبیت کے لحاظ سے قدرِ سلامتی = ۳ کے لیے کامی زور بھی دیا گیا ہے۔ شکل میں جگہ کی کفایت کے لیے نقشہ کا سرا کاٹ کر پیچھے ہٹا دیا گیا ہے اس طرح نقشے کے اوپر کے حصہ کے لیے $\frac{\text{ل}}{\text{گ}}$ کا اوپر کا پیمانہ لیا جائے اور نچلے حصے کے لیے نیچے کا پیمانہ۔ نقشے میں نازکی کی نسبت کا پیمانہ بھی صفر سے ۵۰ تک اور ۱۵۰ سے ۲۰۰ تک کے حصوں میں گھٹا دیا گیا ہے تاکہ باقی حصے کے لیے زیادہ کھلا ہوا پیمانہ حاصل ہو کیونکہ یہی حصہ عملاً سب میں زیادہ کثیر الاستعمال ہے۔ دونوں سرے ثابت ہوں تو معادل نازکی کی نسبت $\frac{\text{ل}}{۲\text{گ}}$ اور

ایک سرا قبضہ دار اور دوسرا ثابت ہو تو $\frac{\text{٠٫٧ ل}}{\text{گ}}$ لی جائیگی۔

(ف) **مانکریف کا ضابطہ** — مسٹر مانکریف نے اس مضمون کی ایک بڑی مکمل تحقیق میں نرم فولاد کے ستونوں کے لیے ذیل کے ضابطے اخذ کیے ہیں:۔

(ا) دونوں سرے قبضہ دار

$$\frac{\text{ل}}{\text{گ}} = \text{۱۰۰} \sqrt{\left(\frac{\text{۲۱٫۴}}{\text{۵۳٫۵} - \text{۴۴٫۴ نح}}\right)\left(\frac{\text{۱۰٫۷}}{\text{نح}} - \text{۱٫۶}\right)}$$

(ب) دونوں سرے ثابت اور دونوں سرے چپٹے ($\frac{\text{ل}}{\text{گ}}$ = ۱۰۶٫۹ تک)

$$\frac{\text{ل}}{\text{گ}} = \text{۲۰۰} \sqrt{\left(\frac{\text{۲۱٫۴}}{\text{۵۳٫۵} - \text{۴۴٫۴ نح}}\right)\left(\frac{\text{۱۰٫۷}}{\text{نح}} - \text{۱٫۶}\right)}$$

(ج) دونوں سرے چپٹے ($\frac{\text{ل}}{\text{گ}}$ > ۱۰۶٫۹)

$$\frac{\text{ل}}{\text{گ}} = \text{۲۰۰} \sqrt{\frac{\text{۲۱٫۴} \times \text{٫۴}}{\text{۵٫۶ نح}}}$$

مسٹر مانکریف بھی ایک خفیف ابتدائی خم کے مفروضے پر چلتے ہیں لیکن اُن کی ریاضیاتی بحث مختلف ہے اور اُنھوں نے اپنے مستقلات تجربات سے اخذ کیے ہیں۔ اُن کا نظریہ دوسروں سے اس بارے میں مختلف ہے کہ انھوں نے "چپٹے سروں" کو ایک معیار مانا ہے۔

ریڈ پاتھ براؤن لمیٹڈ نے اپنی مشہور دستی کتاب میں یہی ضابطہ استعمال کیا ہے اور نرم فولاد کے لیے حسبِ ذیل اعداد حاصل ہوئے ہیں۔

ل/گ	دونوں سرے قبضہ دار	دونوں سرے ثابت	دونوں سرے چپٹے	ل/گ	دونوں سرے قبضہ دار	دونوں سرے ثابت	دونوں سرے چپٹے
۲۰	۶٫۵۰	۶٫۶۵	۶٫۶۵	۱۱۰	۲٫۷۱	۵٫۲۸	۵٫۰۶
۴۰	۵٫۹۳	۶٫۵۰	۶٫۵۰	۱۲۰	۲٫۳۸	۵٫۰۳	۴٫۲۵
۶۰	۵٫۰۳	۶٫۲۷	۶٫۲۷	۱۳۰	۲٫۱۰	۴٫۷۸	۳٫۶۲
۷۰	۴٫۵۲	۶٫۱۱	۶٫۱۱	۱۴۰	۱٫۸۶	۴٫۵۲	۳٫۱۲
۸۰	۴٫۰۱	۵٫۹۳	۵٫۹۳	۱۶۰	۱٫۴۸	۴٫۰۱	۲٫۳۹
۹۰	۳٫۵۲	۵٫۷۴	۵٫۷۴	۱۸۰	۱٫۲۰	۳٫۵۲	۱٫۸۹
۱۰۰	۳٫۰۹	۵٫۵۲	۵٫۵۲	۲۰۰	٫۹۹	۳٫۰۹	۱٫۵۳

س کی قیمتیں حسبِ ذیل لی جا سکتی ہیں :—

نرم فولاد   س = ٫۰۰۰۰۵۷

پٹواں لوہا   س = ٫۰۰۰۰۳۹

ڈھلا لوہا   س = ٫۰۰۰۱۶

اِس ضابطے کو نرم فولاد کے لیے شکل ۱۵۷ میں ترسیم کیا گیا ہے۔

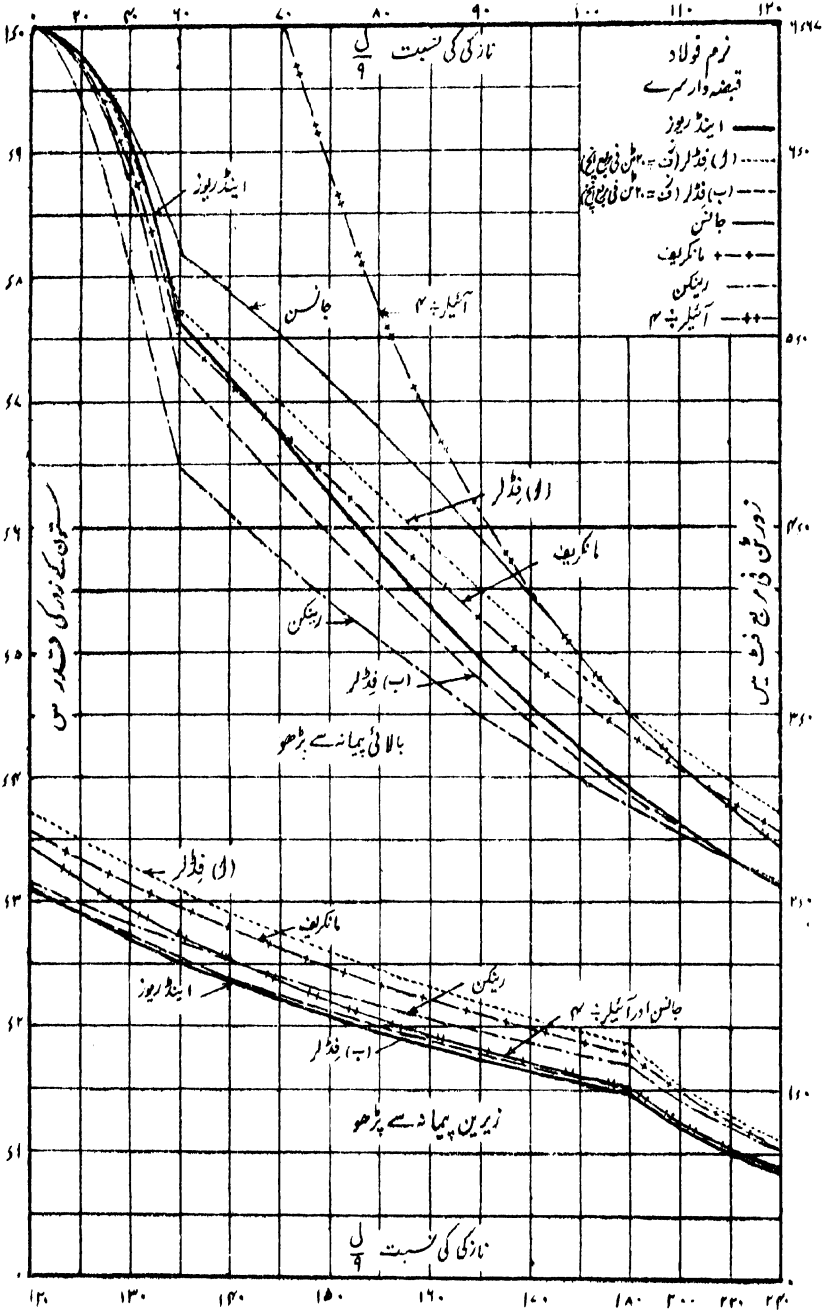
(گ) **فڈلر کا ضابطہ** — فڈلر کی کتاب "پُل کی تعمیر" میں طالب علم کو داب روک کے مسئلے کی ایک بہت مکمل بحث ملیگی۔

فڈلر کا ضابطہ شکستی زور دیتا ہے اور حسبِ ذیل ہے:—

$$\text{اقل شکستی زور} = \frac{ز + ر + \sqrt{(ز+ر)^2 - ۲\,م\,ز\,ر}}{م}$$

جہاں ز = مادے کی انتہائی خالص فشاری مضبوطی

ر = آئیلر کا شکستی زور = $\frac{\pi^2 ے}{ج^2}$

نرم فولاد
قبضہ وار سرے
اینڈ ریوز
(ا) فڈلر
(ب) فڈلر
جانسن
مانکریف
رینکن
آئیلر
نازکی کی نسبت
بالائی پیمانہ سے پڑھو
زیرین پیمانہ سے پڑھو
جانسن اور آئیلر

شکل ۱۵۴

م = ایک مستقل جس کی اوسط قیمت ۲ء۱ ہے۔
وہ ایک ثابت سرے کے لیے معادل ۶ء ل لیتا ہے۔ نرم فولاد کے لیے قیمتیں شکل ۱۵۴ کے نقشے میں دکھائی گئی ہیں

داب روکوں کے ضابطوں کا استعمال ــــ شکل ۱۵۴ میں

نرم فولاد کے لیے ستون کے زور کی قدروں اور کامی زوروں کے منحنی یہاں بیان کیے ہوئے مختلف ضابطوں کے مطابق جھکاؤ کی مختلف قدروں کے لیے کھینچے گئے ہیں باستثناء اُن کے جو شکل ۱۵۳ ا میں دکھائے جا چکے ہیں۔ یہ سب ایک ہی کامی زور ۶۷ء۶ ٹن فی مربع انچ سے شروع کیے گئے ہیں تاکہ صحیح طور پر مقابلہ کیا جا سکے اور جانسن کا ضابطہ اس طرح اختیار کیا گیا ہے کہ اس زور پر شروع ہو اور آئیلر کے زور کا قدر سلامتی = ۴ کے ساتھ مماس ہو جائے۔ فڈلر کے ضابطے کے لیے دو منحنی لیے گئے ہیں ایک ۲۰ ٹن فی مربع انچ کی انتہائی مضبوطی (دراصل نقطہ مغلوبیت) کے لیے اور ایک ۲۵ ٹن فی مربع انچ کے لیے۔ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ نازکی کی نسبت ۶۰ سے ۱۰۰ تک کے لیے جو کہ سب میں زیادہ عام ہے رینکن کا منحنی دوسرے منحنیوں سے خاصا نیچے رہتا ہے۔ اینڈ ریوز، فڈلر اور مانکریف کے منحنی اس حصے میں بہت قریب قریب ہیں۔

یہ یاد رہے کہ زج سے بے خطر زور فی مربع انچ ان داب روکوں کے لیے حاصل ہوتا ہے۔ جن پر بوجھ مرکزی ہو۔ اگر بوجھ خارج المرکز ہو تو ویسا عمل کرنا ہوگا جیسا کہ آگے چل کر بیان کیا جائیگا۔

اب اگر ب = داب روک کی تراش کا رقبہ

تو بے خطر بوجھ = ط ب = زج × ب

اگر جیسا کہ عملاً اکثر ہوتا ہے بوجھ دیا ہوا ہو اور تراش ابھی تجویز نہ ہوئی ہو جس کی

وجہ سے جھکاؤ کی قدر معلوم نہ ہو تو اکثر اس کا ایک سرسری تخمینہ اس طرح ہوسکتا ہے کہ زیج کی ایک آزمایشی قیمت تقریباً $\frac{1}{2}$ زن کے مساوی یعنی فولاد کے لیے ۸ ٹن فی مربع انچ لی جائے اور اس زور کے لیے ضروری رقبہ معلوم کیا جائے۔ اس سے مطلوبہ رقبے کا ایک اندازہ ہوگا۔ اب ایک تراش تقریباً اس رقبے کی اختیار کرکے اس کی جھکاؤ کی قدر نکالو اور دیکھو کہ اس پر بے خطر بوجھ کیا ہوگا۔

تعمیر کے فولاد کے بہت سے سربرآوردہ کارخانے مختلف داب روکوں کے بے خطر بوجھوں کی جدولیں شایع کرتے ہیں۔ ایسی کوئی جدول لے کر اس میں دو ایک تراشوں کی جانچ کرلو کہ آیا اس کارخانے نے وہی ضابطہ اختیار کیا ہے جو ہم اختیار کرنا چاہتے ہیں اور اس کا اطمینان ہوجائے تو اس جدول میں سے زیرِ تجویز صورت کے لیے کوئی موزوں تراش انتخاب کرو اور پھر ضابطہ لگا کر دیکھ لو کہ یہ تراش قابلِ اطمینان ہے۔

رباط دار ستون، داب روک اور کھم —— داب روک اکثر بیلی تراشوں مثلاً شہتیروں اور نالیوں کو باہم وتری رباط یا تختیوں کے ذریعے مربوط کرکے بنائے جاتے ہیں۔ کوئبک[1] کے پُل میں جو داب روک بیکار ہوا وہ رباط دار داب روک تھا، اور کمیشن کی رپورٹ ہے کہ بھاری بوجھ کے تحت ایسے داب روکوں کی تجویز کے متعلق ابھی کافی معلومات موجود نہیں۔ البتہ معمولی مقابلتہً ہلکے کام کے لیے رباط دار داب روک (جن کا ایک نمونہ شکل ۱۵۴ ا میں دیا گیا ہے) قابلِ اطمینان اور باکفایت ہوتے ہیں۔ کسی شہتیر یا نالی کا بے رباط طول اتنا ہونا چاہیے کہ جو بوجھ بڑھ رہا ہے وہ اس طول کے داب روک کے بے خطر بوجھ سے زیادہ نہ ہو۔ اعظم جائز بے رباط طول کا ایک اندازہ یوں حاصل ہوسکتا ہے:—

فرض کرو کہ ج = پورے داب روک کی جھکاؤ کی قدر۔

---

[1] Quebec

فرض کرو $\text{گ}_{\text{۱}}$ = ایک شہتیر یا نالی کا اقل گردشی نصف قطر۔

" د = داب روک پر مجموعی بوجھ۔

" ۲ ب = داب روکوں کا مجموعی رقبہ۔

" س = شہتیر یا نالی کا اعظم بے رباط طول

تب، آئیلر کے ضابطے سے $\frac{\text{د}}{\text{۲ ب}} = \frac{\pi^2 \text{ے}}{\text{۵ ج}^2} = \frac{\text{۱}}{\text{ج}^2}$

ہر ایک شہتیر یا نالی پر نصف نصف بوجھ ہے

$$\therefore \frac{\frac{1}{2}\text{د}}{\text{ب}} = \text{زور} = \frac{\pi^2 \text{ے گ}_{\text{۱}}^2}{\text{۵ س}^2} = \frac{\text{۱ گ}_{\text{۱}}^2}{\text{س}^2}$$

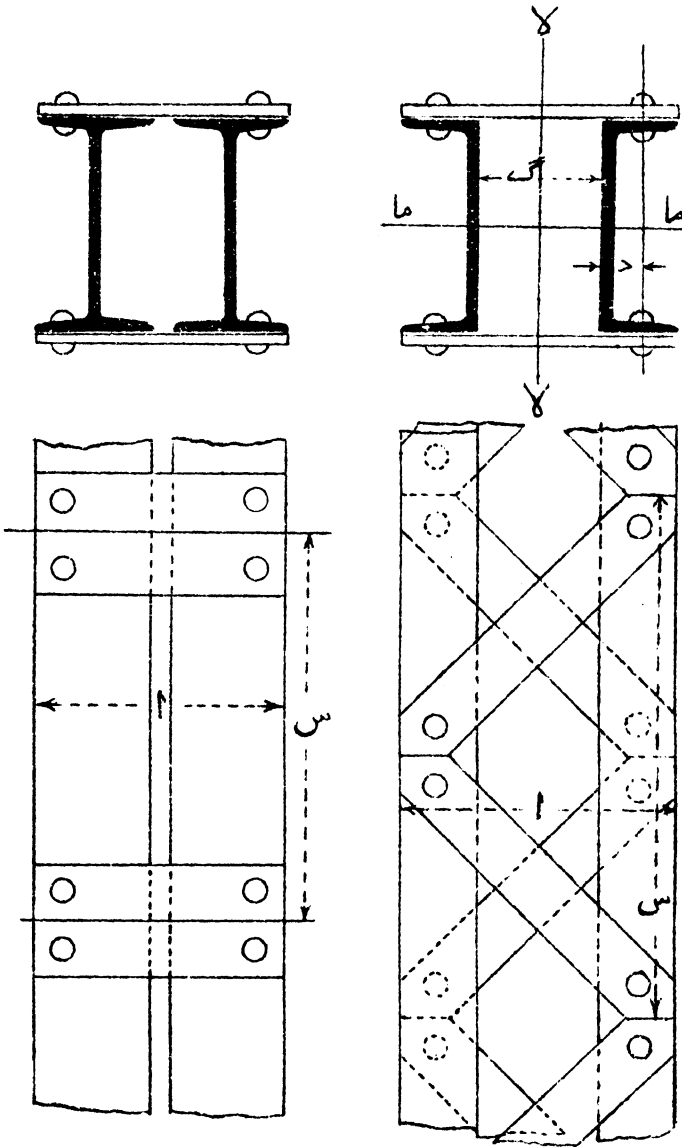
$$\therefore \frac{\text{۱}}{\text{ج}^2} = \frac{\text{۱ گ}_{\text{۱}}^2}{\text{س}^2}$$

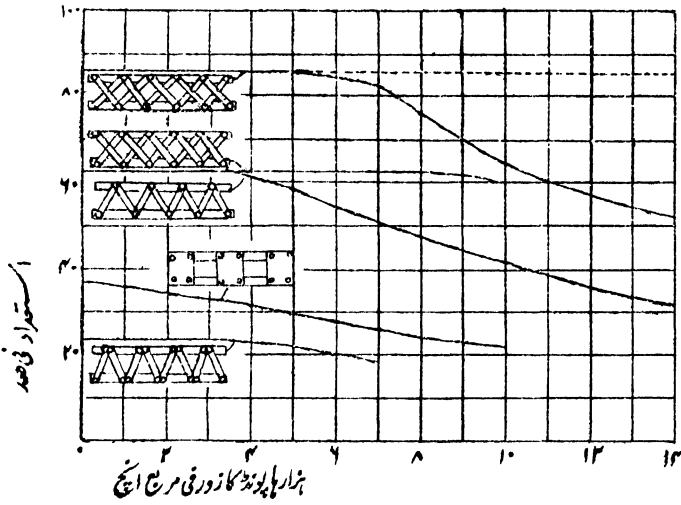
$$\therefore \text{س} = \text{گ}_{\text{۱}}\,\text{ج}$$

اور چونکہ $\text{ج} = \frac{\text{داب روک کا معادل طول}}{\text{پورے داب روک کا اقل گردشی نصف قطر}} = \frac{\text{ل}}{\text{گ}}$

$$\frac{\text{س}}{\text{ل}} = \frac{\text{گ}_{\text{۱}}}{\text{گ}}$$

$$\therefore \frac{\text{ل}}{\text{س}} = \text{خانوں کی اقل تعداد} = \frac{\text{گ}}{\text{گ}_{\text{۱}}}$$

$$= \frac{\text{پورے داب روک کا اقل گردشی نصف قطر}}{\text{شہتیر یا نالی کا اقل گردشی نصف قطر}}$$

شکل ۱۵۴ ا ۔ کھلے پیٹوں کے ستون

رباط بندی کی مختلف قسموں کی استعداد ــــ جامعہ[1] الی نوائے (امریکہ) کے پروفیسر ایچ۔ الف۔ مور نے رباط بندی کی مختلف قسموں کی

شکل ۱۵۴ ب۔ رباط بندی کی استعداد

"جھکاؤ کے خلاف استعداد" کے متعلق چند نتائج پیش کیے ہیں جو شکل ۱۵۴ ب میں دکھائے گئے ہیں۔[اس سلسلے میں دیکھو پروفیسر[2] اے۔ ایچ۔ باسکوئن کا ایک مضمون "ستونوں کی تجویز" پر (ویسٹرن سوسائٹی آف انجینیرز کی روداد ۱۹۱۴ء)۔ یہ اُن بہترین تحریروں میں سے ہے جو اس مبحث پر لکھی گئی ہیں]۔ یہ جھکاؤ کے خلاف استعداد وہ نسبت ہے جو ریشہ کے محسوبہ زور کو اُس زور سے ہو جو حقیقی فساد کے ناپنے سے حاصل ہو۔ اِس میں

ـــــــــــــــــــ

۱ Prof: H. F. Moore, of Illinois University

۲ Prof: A. H. Basquin

حساب اُس مفروضے پر مبنی ہوتا ہے کہ رباط دار تراش ایک سالم تراش کی طرح عمل کرتی ہے۔ اس کے لیے جو امتحانات کیے گئے وہ معمولی آڑے خاؤ کے ذریعے کیے گئے ستونوں کی طرح نہیں۔ لیکن رباط بندی کی مختلف قسموں کے لیے جو تقابلی نتائج حاصل ہوئے اُن کو جہاں تک اضافی قیمتوں کا تعلق ہے ستونوں کی صورت میں بھی درست سمجھا جا سکتا ہے۔ ان میں خاص طور پر دیکھو کہ واحد ریوٹ والی اکہری وتری رباط بندی کو (جو شکل میں اوپر سے تیسری ہے) علیحدہ ریوٹوں والی رباط بندی پر (جو شکل میں سب میں نچلی ہے) کتنی برتری حاصل ہے کیونکہ موخرالذکر میں شدید ثانوی زور واقع ہوتے ہیں۔

رباط بندی کے زور —— پروفیسر ٹالبٹ[۱] اور پروفیسر مور نے رباط دار ستونوں کے زوروں کی بہت تفصیلی تمدد پیمائی پیمائشیں کی ہیں اور اُن کے حاصل کردہ نتائج میں سے ذیل کا اقتباس اہم ہے :-

" تجربات کا ایک اہم نتیجہ یہ ہے کہ یہ مشاہدہ میں آیا کہ ستونوں کے نالی دار ارکان میں خاصا مقامی جھکاؤ کا عمل واقع ہوتا ہے جو پورا سیدھا پن نہ ہونے کی وجہ سے یا بوجھ کے کسی طرح خارج المرکز ہونے کی وجہ سے ہو سکتا ہے۔ کم زور ستونوں میں یہ بات خاص طور پر صحیح ہے۔

" پیمائشیں جو کی گئیں اُن سے متعدد صورتوں میں انتہائی ریشے کا زور اوسط زور سے ۴۰ سے ۵۰ فیصدی تک زیادہ اور بعض صورتوں میں اس سے بھی زیادہ ہونے کا پتہ چلتا ہے۔

" پیمائشوں سے جالی کی سلاخ میں ایسا زور پایا گیا جو لگائے ہوئے فشاری بوجھ کے ۱ تا ۳ فیصدی عرضی جزء سے پیدا ہوتا یعنی جو فشاری بوجھ کے ۲ تا ۶ فیصدی بوجھ کے ستون کے وسط میں عمل کرنے سے پیدا ہوتا۔ یہ زور جالی کی سلاخ کی تراش پر کا اوسط زور ہے۔

یہ عبث معلوم ہوتا ہے کہ نظری بحث کے ذریعے یا اب تک جو معلومات حاصل ہیں اُن کے بھروسہ پر معلوم کرنے کی کوشش کی جائے کہ ستون کے بندھن میں

[۱] Prof: Talbot & Moore

مرکزی بوجھ کے تحت کن زوروں کے پیدا ہونے کی توقع ہوسکتی ہے۔"

بالعموم رباطوں کے درمیان عرض ض کا دوگنا یا تین گنا فصل یا وتری رباطوں کا ۳۰° تا ۴۵° میلان قابلِ اطمینان ہوگا اور عملاً یہی اختیار کیا جائے اِلّا اس کے کہ حساب سے فصل اس سے کم رکھنا ضروری ہو۔

اِس صورت میں داب روک کی مضبوطی اس مفروضے پر محسوب کی جاتی ہے کہ گویا تراش دو شہتیروں یا نالیوں پر مشتمل ہے جو ایک مطلوبہ فاصلے پر کھڑے کیے گئے ہیں۔ دیکھو حل شدہ مثال نمبر ۴۔

اقل گردشی نصف قطر —— اگر تراش میں کوئی محورِ تشاکل ہو تو اقل گردشی نصف قطر اس کے بالکل یا تقریباً علی القوائم ہوگا۔ اس لیے اس صورت میں گ کی قیمت صرف محورِ تشاکل کے لیے اور اس کے علی القوائم محسوب کرنا کافی ہے۔ اگر کوئی محورِ تشاکل نہ ہو تو اس طرح عمل کرنا ہوگا جس طرح صفحہ ۸۷ پر بتایا گیا ہے۔

مرکزی بوجھ کے داب روکوں وغیرہ پر مثالیں —— ذیل کی عددی مثالوں سے داب روکوں، وغیرہ، کی تجویز کا مسئلہ صاف ہو جائیگا۔

(۱) ایک ۱۰" × ۶" × ۴۲ کے نرم فولاد کے معیاری I شہتیر کو بطور ایک کھم کے استعمال کیا گیا ہے جس کا طول ۱۶ فٹ ہے اور ایک سرا ثابت اور دوسرا کیل دار ہے۔ اس کے لیے بےخطر بوجھ معلوم کرو۔

معیاری تراشوں کی جدول سے:—

ب = ۱۲٫۳۵ مربع انچ

اقل گ = ۱٫۳۶

$$\therefore \text{جھکاؤ کی قدر} = ج = \frac{\text{معادل طول}}{گ} = \frac{۲\,ل}{۳\,گ}$$

$$= \frac{۱۲ \times ۱۶ \times ۲}{۱٫۳۶ \times ۳} = ۹۴٫۲ \text{ تقریباً}$$

$\therefore$ بے خطر زور = زج = $\frac{۶}{\frac{(۹۴٫۲)^۲}{۶۰۰۰}+۱}$ (رینکن کے ضابطے سے)

= $\frac{۶}{۱٫۴۷+۱}$ = ۲٫۴۳ ٹن فی مربع انچ

$\therefore$ بے خطر بوجھ = ۱۲٫۳۵ × ۲٫۴۳ = ۳۰ ٹن

(۲) ایک ٹھوس ڈھلے لوہے کا کھمبا جس کا قطر ۶ انچ اور طول ۱۵ فٹ ہے نچلے سرے پر ثابت ہے اور بالائی آزاد سرے پر ایک بوجھ ہے۔ کوئی معقول قدرِ سلامتی فرض کر کے کھمبے کے لیے بے خطر بوجھ محسوب کرو (بی۔ ایس سی لندن ۱۹۰۷ء)۔

اس صورت میں گ = $\frac{ق}{۴}$ = ۱٫۵

معادل طول = ۲ل = ۳۰

$\therefore$ ج = $\frac{\text{معادل طول}}{گ}$ = $\frac{۱۲ \times ۳۰}{۱٫۵}$

= ۲۴۰

$\therefore$ بے خطر زور فی مربع انچ = زج = $\frac{۷}{\frac{۲۴۰ \times ۲۴۰}{۱۸۰۰}+۱}$

= $\frac{۷}{۳۲+۱}$

= ۰٫۲۱۲ ٹن فی مربع انچ

$\therefore$ بے خطر بوجھ = ۰٫۲۱۲ × $\frac{۳۶ \times \pi}{۴}$ = ۶ ٹن

آمیلو کی رو سے زج = $\frac{\pi^۲ ے}{۵ ج^۲}$ = $\frac{۱۲۰۰۰}{ج^۲}$

$$= \frac{۱۲۰۰۰}{۲۴۰ \times ۲۴۰} = ۰٫۲۰۸ \text{ ٹن فی مربع انچ}$$

$$\therefore \text{ بے خطر بوجھ} = \frac{۳۶ \times \pi \times ۰٫۲۰۸}{۴} = ۵٫۸۸ \text{ ٹن}$$

(۳) ایک فولاد کی بیلی کڑی کو دو بستہ سروں کے ساتھ داب روک کے طور پر استعمال کیا گیا ہے جس کا طول ۱۵ فٹ ہے۔ اگر اس کو قدر سلامتی ۴ کے ساتھ ۴۰ ٹن کا فشاری بوجھ برداشت کرنا ہے تو ذیل کے معطیات سے کڑی کی تراش معلوم کرو۔

(ا) تراش کی مجموعی گہرائی کوروں کے عرض کی دوگنی ہے اور دھات کی موٹائی کوروں کے عرض کی $\frac{۱}{۸}$ ہے۔

(ب) اس فولاد کے ایک چھوٹے داب روک کی فشاری مضبوطی ۲۴ ٹن فی مربع انچ ہے۔

(ج) رینکین کے ضابطے کا مستقل $\frac{۱}{۳۶۰۰۰}$ ہے۔ (بی۔ ایس سی لندن سنہ ۱۹۰۷ء)

اِس سوال میں پہلے ضابطے سے شکستی زور معلوم کرنا چاہیے۔ اس صورت میں داب روک کا معادل طول استعمال نہیں کیا جائیگا کیونکہ مستقل کی قیمت ثابت سروں کے لیے دی گئی ہے۔

$$\text{شکستی زور} = \frac{۲۴}{۱ + \frac{۱}{۳۶۰۰۰}\left(\frac{ل}{گ}\right)^۲}$$

$$\therefore \quad \text{بے خطر زور} = \frac{\text{شکستی زور}}{4} = \frac{6}{1 + \frac{1}{36000} \times \left(\frac{\text{ل}}{\text{گ}}\right)^2}$$

اب فرض کرو کہ ب = تراشش کا رقبہ

ض = کور کا عرض

تب ۲ ض = شہتیر کی گہرائی

$\frac{\text{ض}}{8}$ = دھات کی موٹائی

اور
$$\text{ب} = \frac{2\text{ض} \times \text{ض}}{8} + \frac{\text{ض}}{8}\left(2\text{ض} - \frac{2\text{ض}}{8}\right)$$

$$= \frac{\text{ض}^2}{4} + \frac{7\text{ض}^2}{32} = \frac{15\text{ض}^2}{32} = .4687\,\text{ض}^2$$

اقل گردشی نصف قطر ایک کوروں کے علی القوائم محور کے گرد ہوگا۔

$$\therefore \quad \text{آ} = \frac{\text{ض}}{4} \times \frac{\text{ض}^3}{12} + \frac{7\text{ض}}{12 \times 4} \times \left(\frac{\text{ض}}{8}\right)^3$$

$$= \frac{\text{ض}^4}{48} + \frac{7\text{ض}^4}{12 \times 2048} = .02111\,\text{ض}^4$$

$$\therefore \quad \text{گ}^2 = \frac{\text{آ}}{\text{ب}} = \frac{.02111\,\text{ض}^4}{.4687\,\text{ض}^2} = .045\,\text{ض}^2$$

$$\therefore \quad \text{بے خطر زور} = \frac{40}{\text{ب}} = \frac{6}{1 + \frac{12 \times 15 \times 12 \times 15}{36000 \times .045\,\text{ض}^2}}$$

$$\therefore \quad \frac{40}{.4687\,\text{ض}^2} = \frac{6}{1 + \frac{9}{.45\,\text{ض}^2}}$$

$$\therefore \quad \left(1 + \frac{9}{.45\,\text{ض}^2}\right) = \frac{6}{40} \times .4687\,\text{ض}^2$$

ض^{2} ء۴۶۸۷ × ء۱۵ =

∴ ض^{4} (ء۱۵ × ء۴۶۸۷ × ء۴۵) − ء۴۵ ض^{2} − ۹ = ۰

۳ء۱۶ ض^{4} − ۴۵ ض^{2} − ۹۰۰ = ۰

اِس مساوات درجۂ دوم کا حل یہ ہوگا:—

ض^{2} = ۲۵ء۳ تقریباً

یا ض = ۵ سمجھو

∴ کڑی ۱۰" × ۵" × دھات کی موٹائی ۵/۱۶" کی لو۔

اِس سوال کو دیے ہوئے قاعدے سے سرسری طور پر یوں حل کیا جا سکتا تھا:—

ل/ج = ۲/۳ × ۶ = ۴ لو

∴ ب = ۴۰/۴ = ۱۰ مربع انچ

∴ ۱۵ ض/۳۲ = ۱۰

ض^{2} = ۳۲ × ۱۰ / ۱۵ = ۶۴/۳

ض = ۸/√۳ = ۴ء۶۲ یا سمجھو ۵"

(۴) ایک پُل قینچی میں ایک فولادی کھمبے کا طول ۲۶ فٹ ہے اور سرے کیل دار ہیں۔ یہ ۱۰" × ۳½" × ۲۸ء۲۱ پونڈ کی دو نالیوں پر مشتمل ہے جو ۴½ انچ کے فصل سے ہیں۔ اِس تراش کے لیے بے خطر بوجھ معلوم کرو (دیکھو شکل ۱۵۴/۱)۔

جدولوں کے مطالعے سے معلوم ہوتا ہے کہ ۱۰" × ۳½" × ۲۸ء۲۱ پونڈ والی نالی کے لیے

ب = ۸ء۲۹۶

گ (اعظم) = ۳٫۷۷

گ (اقل) = ۴٫۹۹

مرکز ہندسی کا فاصلہ کنارے سے = ط = ۳٫۹۹

تب پورے داب روک کے لیے

$$گ_{ماما} = ۳٫۷۷$$

$$گ^۲_{لل} = \left(\frac{ق}{۲} + ط\right)^۲ + گ\,(اقل)^۲$$

$$= (۳٫۱۸۳)^۲ + (۴٫۹۹)^۲$$

$$\therefore\ گ_{لل} = ۳٫۳۳$$

$$\therefore\ ج = \frac{طول}{اقل\ گردشی\ نصف\ قطر} = \frac{۱۲ \times ۲۶}{۳٫۳۳}$$

$$= ۹۳٫۶$$

$$\therefore\ \frac{ز}{ج} = \frac{۶}{\frac{۹۳٫۶ \times ۹۳٫۶}{۶۰۰۰} + ۱} = \frac{۶}{۳٫۴۶}$$

$$= ۲٫۴۴$$

∴ بے خطر بوجھ = ۲٫۴۴ × رقبہ

= ۲٫۴۴ × ۲ × ۸٫۲۹۶

= ۴۰٫۴ یا سمجھو ۴۰ ٹن

داب روکوں پر خارج المرکز بوجھ

اگر کسی داب روک پر دباؤ مرکز سے ہٹا ہوا ہو یعنی اگر داب روک پر دباؤ کے علاوہ خماؤ کا معیار بھی ہو تو تجویز میں معمولی قواعد کا استعمال نہیں

کیا جا سکتا۔

ایسی صورت میں حسب ذیل عمل کیا جائیگا:۔ فرض کرو کہ بوجھ و ہے اور تراش کے مرکز ہندسی سے فاصلہ لا پر عمل کرتا ہے۔ تب م = و × لا (شکل ۱۵۵)۔

صورت ۱۔ بہت چھوٹے داب روک ــــ اگر طول اقل قطر کے ۱۰ گنے سے کم ہو تو زور صفحہ ۲۱۹ کے طریقے سے حاصل ہونگے۔ یعنی

$$ز_ن = \frac{و}{ب} + \frac{م}{مق_ف}$$

$$ز_ی = \frac{م}{مق_ی} - \frac{و}{ب}$$

موجودہ صورت میں $ز_ن = \frac{و}{ب} + \frac{و لا}{مق_ف}$

$$= \frac{و}{ب} + \frac{و لا ق_ن}{ب گ^2}$$

$$= \frac{و}{ب}\left(1 + \frac{لا ق_ن}{گ^2}\right)$$

$$\therefore \frac{و}{ب} = \frac{ز_ن}{1 + \frac{لا ق_ن}{گ^2}}$$

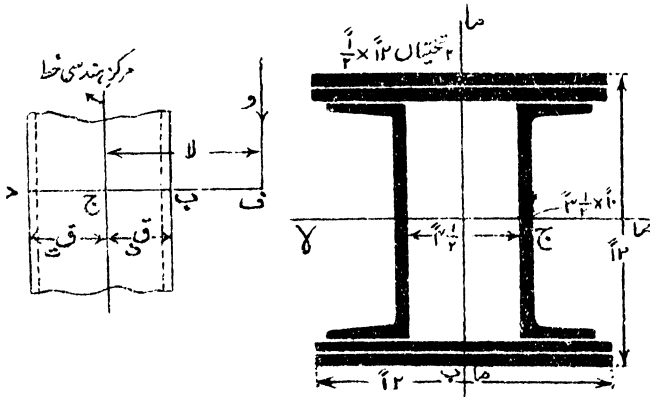
اس سے فشاری زور $ز_ن$ کے متناظر بے خطر بوجھ و حاصل ہوگا۔

اس صورت سے باب ۶ میں مفصل بحث کی جا چکی ہے۔

صورت ۲۔ داب روک جن کا طول قطر کے دس گنے سے زیادہ ہو ــــ اس صورت میں جھکاؤ کی کچھ رعایت رکھنی پڑیگی اور حسب ذیل

عمل کرنا ہوگا:-

گزشتہ صورت کی طرح

متحدہ فشاری زور = و/ب (۱ + لا قٍ / گ^۲)

شکل ۱۵۵ ستونوں پر خارج المرکز بوجھ

موجودہ صورت میں یہ فشاری زور اُس بے خطر زور سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے جو جھکاؤ کے ضابطے سے حاصل ہو۔ یعنی

$$\frac{و}{ب}\left(۱ + \frac{لا\ قٍ}{گ^۲}\right) = زج$$

$$\frac{و}{ب} = \frac{زج}{\left(۱ + \frac{لا\ قٍ}{گ^۲}\right)}$$

یعنی داب روک پر بے خطر خارج المرکز بوجھ = $\dfrac{\text{بے خطر مرکزی بوجھ}}{۱ + \dfrac{لا\ قٍ}{گ^۲}}$

جہاں لا = بوجھ کا خروج المرکز

ق$_{ش}$ = مرکزِ ہندسی سے تراش کے اس کنارے کا فاصلہ جو بوجھ سے قریب ترین ہے۔

گ = گردشی نصف قطر ایسے محور کے گرد جو مرکزِ ہندسی اور بوجھ میں سے گزرنے والے مستوی کے علی القوائم ہے۔

اس ضابطے کو ذیل کی شکل میں لکھا جاسکتا ہے جو بعض اوقات کارآمد ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ و$_{۱}$ وہ مرکزی بوجھ ہے جو خارج المرکز بوجھ و کے معادل ہے۔

تب $$\text{و}_{۱} = \text{و}\left(۱ + \frac{\text{لا}\,\text{ق}_{\text{ش}}}{\text{گ}^{۲}}\right)$$

$\frac{\text{و}_{۱}}{\text{و}}$ کو "خروج المرکز کی قدر" کہہ سکتے ہیں۔ اس ضابطے کو استعمال کرنے میں یہ معلوم ہو کہ یہ اس مفروضے پر مبنی ہے کہ جھکاؤ شکل کے مستوی میں واقع ہوگا۔ اس لیے بے خطر مرکزی بوجھ معلوم کرنے کے لیے گ کی قیمت اسی سمت میں معلوم کرنی چاہیے۔

اگر اس ضابطے سے بے خطر خارج المرکز بوجھ اس بے خطر مرکزی بوجھ سے زیادہ آئے جو گ کی اقل قیمت کے لیے حاصل ہو (یہ اسی صورت میں ہوگا کہ گ کی اقل قیمت محور د ب کے گرد ہو) تو ظاہر ہے کہ وہ قیمت اختیار کرنی چاہیے جو کم ہے۔

کھم جن کے پیٹے اور کور کو رابطے لگے ہوں — کھموں پر بوجھ عموماً گرڈروں سے منتقل ہوتا ہے جو کلیٹوں وغیرہ کے ذریعے کھم کے پیٹے یا کور کو جڑے ہوتے ہیں۔ اگر اس طرح کے رابطے صرف ایک جانب ہوں یا اگر دونوں جانبوں سے منتقل ہونے والے بوجھ مساوی نہ ہوں تو کھم پر بوجھ مرکزی نہ ہوگا اور خروج المرکز کا لحاظ رکھنا ہوگا۔

عددی مثال — ایک نرم فولاد کے کھم کا طول ۳۰ فٹ ہے

اور سرے ثابت ہیں۔ اس کی تراش شکل ۱۵۵ میں دکھائی گئی ہے۔ بے خطر مرکزی بوجھ اور نیز وہ بے خطر بوجھ معلوم کرو جو نقاط ب اور ج پر لگائے جاسکیں۔

اس صورت میں ب = ۴۰٫۵۹ مربع انچ

$گ_{۷۷}$ = ۸٫۴ مربع انچ

$گ_{۱۴۱۴}$ = ۳٫۴۱ "

∴ جھکاؤ کی قدر = ج = $\frac{ل}{۲گ} = \frac{۱۲ \times ۳۰}{۳٫۴۱ \times ۲} = ۵۲٫۸$

∴ $ز_ج = \frac{۶}{\frac{۵۲٫۸ \times ۵۲٫۸}{۹۰۰۰} + ۱} = \frac{۶}{۱٫۳۶۴} = ۴٫۱۰$

∴ بے خطر مرکزی بوجھ = ۴٫۱۰ × ۴۰٫۵۹ = ۱۶۶ ٹن تقریباً

ج پر بوجھ:—

لا = ۲٫۲۵ + ۴٫۵ = ۲٫۷۵ + ۲۵ = ۲۵٫۲۵

∴ $ق_ن$ = ۶″

∴ $\frac{لا ق_ن}{گ^۲} = \frac{۶ \times ۲۵٫۲۵}{(۳٫۴۱)^۲} = ۱٫۴۱$

∴ ج پر بے خطر خارج المرکز بوجھ = $\frac{۱۶۶}{۱٫۴۱ + ۱}$ = ۶۹ ٹن تقریباً

ب پر بوجھ:—

اب ہم کو پہلے ز یہ سمجھ کر محسوب کرنا چاہیے گویا کہ $گ_{۷۷}$ اقل گردشی نصف قطر ہے۔ یعنی ج = $\frac{۱۲ \times ۳۰}{۴٫۸۷ \times ۲} = ۳۶٫۹$

∴ اس صورت میں $ز_ج = \frac{۶}{\frac{۳۶٫۹ \times ۳۶٫۹}{۹۰۰۰} + ۱} = ۴٫۸۹$

$$لا = ۶''$$

$$ق_ن = ۶''$$

$$\therefore \frac{لا\ ق_ن}{گ^۲} = \frac{۶ \times ۶}{(۴٫۸۷)^۲} = ۱٫۵۲$$

$$\therefore ب\ پر\ بے\ خطر\ خارج\ المرکز\ بوجھ = \frac{۴۰٫۵۹ \times ۴۸٫۴۹}{۱٫۵۲ + ۱}$$

$$= \frac{۴۰٫۵۹ \times ۴۸٫۴۹}{۲٫۵۲}$$

$$= ۷٫۷۷ \text{ ٹن تقریباً}$$

اِس صورت میں ج اور ب پر خروج المرکز کی قدر علی الترتیب ۱۴٫۲ اور $\frac{۱۶۶}{۷٫۷۷} = ۲۱٫۴$ ہوگی۔

ایک موٹا قاعدہ یہ ہے کہ کور اور پیٹے کے رابطوں کے لیے خروج المرکز کی قدریں علی الترتیب $۲\frac{۱}{۲}$ اور $۱\frac{۱}{۲}$ اختیار کی جائیں، لیکن یہ قاعدہ اوپر کی صورت کے لیے کچھ زیادہ اچھا نہیں۔ یہ I شہتیروں کے کھموں کے لیے زیادہ صحیح ہوگا۔

ڈھلے لوہے کے داب روک جن پر بوجھ خارج المرکز ہو۔

ڈھلے لوہے کے خارج المرکز بوجھ کے داب روکوں سے بحث کرتے وقت اس کا خیال رہے کہ ان کا تناؤ کی وجہ سے بیکار ہونا بھی ممکن ہے۔

تناؤ کے نقطۂ نظر سے بے خطر بوجھ و

$$= \frac{ن_ت\ ب}{\left(\frac{لا\ ق_ت}{گ^۲} - ۱\right)}$$

جہاں نت بے خطر تنشی زور ہے۔ اِس بوجھ کا مقابلہ فشاری نقطۂ نظر سے

حاصل ہونے والے بوجھ سے کرنا چاہیے اور دونوں میں جو کم ہو اُسے اختیار کرنا چاہیے۔

متبادل تقریبی طریقہ —— جن صورتوں میں خماؤ کا زور راست زور کے مقابلے میں بہت بڑا ہو اُن میں یہ مناسب معلوم ہوتا ہے کہ گزشتہ عمل کی بجائے خماؤ کے زور $\text{ز}_{\text{خم}}$ کو داب روک کے ضابطے میں استعمال شدہ ز کی قیمت سے منہا کیا جائے۔

موثر خروج المرکز خ $\left(= \frac{\text{م}}{\text{د}}\right)$ کے لیے خماؤ کا فشاری زور یہ ہوگا:—

$$\frac{\text{د خ ق}_{\text{ن}}}{\text{ب گ}^2}$$

اس لیے کسی ضابطے مثلاً رینکین کے ضابطے سے

$$\text{ز}_{\text{خ}} = \frac{\text{د}}{\text{ب}} = \frac{\text{ز}_{\text{ن}} - \frac{\text{د خ ق}_{\text{ن}}}{\text{ب گ}^2}}{1 + \text{ا ر ج}^2}$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{د}}{\text{ب}}\left(1 + \text{ا ر ج}^2 + \frac{\text{خ ق}_{\text{ن}}}{\text{گ}^2}\right) = \text{ز}_{\text{ن}}$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{د}}{\text{ب}} = \frac{\text{ز}_{\text{ن}}}{1 + \text{ا ر ج}^2 + \frac{\text{خ ق}_{\text{ن}}}{\text{گ}^2}}$$

اگر ستون کے زور کی قدر س ہو، یعنی مرکزی بوجھوں کے لیے $\text{ز}_{\text{خ}} = \text{س ز}_{\text{ن}}$ تو عام صورت میں خارج المرکز بوجھوں کے لیے

$$\frac{\text{د}}{\text{ب}} = \text{س}\left(\text{ز}_{\text{ن}} - \text{ز}_{\text{خم}}\right)$$

آئیلر کے نظریے کی ترمیم خارج المرکز لداؤ کے لیے ——
اب ہم ستونوں کے خارج المرکز لداؤ کے لیے ایک نظریہ حاصل کریں گے

جس میں یہ فرض کیا جائیگا کہ ستون ابتداءً سیدھا ہے اور یہ کہ بوجھ دونوں سروں پر ایک ہی خروج المرکز کے ساتھ لگایا گیا ہے جس کی وجہ سے ستون پر ابتدا میں ایک مستقل خماؤ کا معیار عمل کرتا ہے۔ بعد میں جو انصراف پیدا ہوتا ہے اس سے خماؤ کا معیار بڑھتا ہے۔ اس کی بحث حسب ذیل ہے جو آئیلر کی بحث سے مشابہ ہے اور بعض اوقات آئیلر کا ترمیم یافتہ نظریہ کہلاتی ہے۔

شکل ۱۵۵ ا کے حوالے سے

$$\text{د}\,(\text{خ}+\text{لا}) = \text{م} = -\,\text{آہے}\,\frac{\text{فر}^{2}\,\text{لا}}{\text{فر ما}^{2}}$$

$$\therefore\quad \frac{\text{فر}^{2}\,\text{لا}}{\text{فر ما}^{2}} = -\,\frac{\text{د}}{\text{آہے}}\,(\text{لا}+\text{خ})$$

یا $\frac{\text{د}}{\text{آہے}} = \text{م}^{2}$ رکھنے سے

$$\frac{\text{فر}^{2}\,\text{لا}}{\text{فر ما}^{2}} = -\,\text{م}^{2}\,(\text{لا}+\text{خ}) \quad\ldots\ldots\ldots(۱)$$

اِس کا عام حل یہ ہوگا:—

$$\text{لا} + \text{خ} = \text{ا جم م ما} + \text{ب جب م ما}$$

چونکہ $\text{ما} = \pm\frac{\text{ل}}{۲}$ پر، $\text{لا} = ۰$ اس لیے حسب سابق $\text{ب} = ۰$

$$(\text{لا}+\text{خ}) = \text{ا جم م ما} \quad\ldots\ldots\ldots(۲)$$

$\therefore$ جب کہ $\text{لا} = ۰$ تو $\text{خ} = \text{ا جم}\,\frac{\text{م ل}}{۲}$

یا $\text{ا} = \text{خ قط}\,\frac{\text{م ل}}{۲}$

$$\therefore\quad \text{لا} = \text{خ قط}\,\frac{\text{م ل}}{۲}\,\text{جم م ما} - \text{خ}$$

شکل ۱۵۵ ا

= خ (قط م ل/۲ جم م ما − ۱) .... (۳)

وسط میں جہاں ما = ۰، خروج المرکز = لا + خ = خ،

= خ (قط م ل/۲ − ۱) + خ، = خ قط م ل/۲

= خ قط (ل/۲ √(د/آے)) .... (۴)

= خ قط (ل/۲گ √(زن/ے)) .... (۵)

جہاں زن = د/ب

∴ وسط میں زور = د/ب (۱ + خ، قن/گ۲)

= زن (۱ + خ قن/گ۲ قط ج/۲ √(زن/ے)) ...... (۶)

جہاں ج = جھکاؤ کی قدر = ل/گ

اب فرض کرو کہ ج/۲ √(زن/ے) = طہ اور اس کو آئیلری زاویہ کہو۔

تب وسط میں زور = زن (۱ + خ قن/گ۲ قط طہ) ...... (۷)

قط طہ کی قیمتیں صفحہ آئندہ پر کی جدول میں دی گئی ہیں۔ یہ پروفیسر[1] باسکوئن کے پرچے سے ماخوذ ہیں جس کا ذکر کیا جا چکا ہے۔

∴ بے خط خارج المرکز بوجھ = چھوٹے ستون پر بے خط مرکزی بوجھ / (۱ + خ قن/گ۲ قط طہ)

اگر بوجھ دیا ہوا ہو تو اس ضابطے کو صرف آزمایش کے ذریعہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔

[1] Prof: Basquin

اوسط اکائی کا زور ہزار پونڈ فی مربع انچ میں	جھکاؤ کی قدر ج									
	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰
۵	۱٫۰۵	۱٫۰۸	۱٫۱۱	۱٫۱۵	۱٫۲۰	۱٫۲۵	۱٫۳۲	۱٫۴۰	۱٫۵۰	۱٫۶۲
۶	۱٫۰۷	۱٫۱۰	۱٫۱۴	۱٫۱۸	۱٫۲۴	۱٫۳۱	۱٫۴۰	۱٫۵۱	۱٫۶۳	۱٫۸۲
۷	۱٫۰۸	۱٫۱۱	۱٫۱۶	۱٫۲۲	۱٫۲۹	۱٫۳۸	۱٫۵۰	۱٫۶۴	۱٫۸۳	۲٫۰۸
۸	۱٫۰۹	۱٫۱۴	۱٫۱۹	۱٫۲۶	۱٫۳۵	۱٫۴۶	۱٫۶۰	۱٫۷۹	۲٫۰۵	۲٫۴۱
۹	۱٫۱۰	۱٫۱۵	۱٫۲۲	۱٫۳۰	۱٫۴۱	۱٫۵۴	۱٫۷۲	۱٫۹۷	۲٫۳۲	۲٫۸۵
۱۰	۱٫۱۲	۱٫۱۷	۱٫۲۵	۱٫۳۴	۱٫۴۷	۱٫۶۳	۱٫۸۶	۲٫۱۸	۲٫۶۵	۳٫۴۶
۱۱	۱٫۱۳	۱٫۱۹	۱٫۲۸	۱٫۳۹	۱٫۵۴	۱٫۷۴	۲٫۰۲	۲٫۴۴	۳٫۱۲	۴٫۳۸
۱۲	۱٫۱۴	۱٫۲۱	۱٫۳۱	۱٫۴۳	۱٫۶۱	۱٫۸۵	۲٫۲۲	۲٫۵۶	۳٫۷۴	۵٫۵۸
۱۳	۱٫۱۵	۱٫۲۳	۱٫۳۴	۱٫۴۹	۱٫۶۹	۱٫۹۸	۲٫۴۲	۳٫۱۶	۴٫۶۳	۸٫۶۹
۱۴	۱٫۱۷	۱٫۲۵	۱٫۳۷	۱٫۵۴	۱٫۷۷	۲٫۱۲	۲٫۶۸	۳٫۶۹	۶٫۰۲	۱۶٫۴
۱۵	۱٫۱۸	۱٫۲۸	۱٫۴۱	۱٫۶۰	۱٫۸۷	۲٫۲۹	۲٫۹۹	۴٫۴۰	۸٫۴۶	۱۷۲
۱۶	۱٫۱۹	۱٫۳۰	۱٫۴۵	۱٫۶۶	۱٫۹۷	۲٫۴۷	۳٫۳۸	۵٫۴۳	۱۴٫۴	
۱۷	۱٫۲۱	۱٫۳۲	۱٫۴۹	۱٫۷۲	۲٫۰۹	۲٫۶۹	۳٫۸۷	۷٫۰۴	۳۹٫۰	
۱۸	۱٫۲۲	۱٫۳۵	۱٫۵۳	۱٫۷۹	۲٫۲۱	۲٫۹۵	۴٫۵۱	۹٫۸۶		
۱۹	۱٫۲۴	۱٫۳۷	۱٫۵۷	۱٫۸۷	۲٫۳۶	۳٫۲۵	۵٫۳۹	۱۶٫۴		
۲۰	۱٫۲۵	۱٫۴۰	۱٫۶۲	۱٫۹۵	۲٫۵۱	۳٫۶۲	۶٫۶۵	۴۷٫۴		
۲۱	۱٫۲۷	۱٫۴۳	۱٫۶۷	۲٫۰۴	۲٫۶۹	۴٫۰۷	۸٫۶۳			
۲۲	۱٫۲۸	۱٫۴۵	۱٫۷۱	۲٫۱۳	۲٫۹۰	۴٫۶۵	۱۲٫۳			
۲۳	۱٫۳۰	۱٫۴۸	۱٫۷۷	۲٫۲۴	۳٫۱۳	۵٫۴۰	۲۰٫۹			
۲۴	۱٫۳۱	۱٫۵۱	۱٫۸۲	۲٫۳۵	۳٫۴۰	۶٫۴۱	۶۵٫۹			
۲۵	۱٫۳۳	۱٫۵۴	۱٫۸۸	۲٫۴۷	۳٫۷۳	۷٫۸۷				
۲۶	۱٫۳۵	۱٫۵۶	۱٫۹۴	۲٫۶۱	۴٫۱۰	۱۰٫۱				

آئیڈری قاطع

قط $\left(\frac{ج}{۲}\sqrt{\frac{ن‌خ}{ے}}\right)$ کی جدول

ے = ۳۰ × ۱۰^{۶}

اعظم زور کے جھلے میں $\frac{خ\,ق}{گ\,۲}$ کا ضارب

۲۷	۱٫۳۷	۱٫۶۱	۲٫۰۰	۲٫۷۶	۴٫۵۷	۱۳٫۸
۲۸	۱٫۳۸	۱٫۶۴	۲٫۰۸	۲٫۹۳	۵٫۱۵	۲۲٫۹
۲۹	۱٫۴۰	۱٫۶۸	۲٫۱۵	۳٫۱۱	۵٫۸۴	۵۷٫۳
۳۰	۱٫۴۲	۱٫۷۲	۲٫۲۳	۳٫۲۲	۶٫۷۹	
۳۱	۱٫۴۴	۱٫۷۵	۲٫۳۲	۳٫۵۴	۸٫۰۳	
۳۲	۱٫۴۶	۱٫۷۹	۲٫۴۱	۳٫۸۳	۹٫۸۶	
۳۳	۱٫۴۸	۱٫۸۴	۲٫۵۱	۴٫۱۴	۱۲٫۷	
۳۴	۱٫۵۰	۱٫۸۸	۲٫۶۱	۴٫۵۰	۱۷٫۳	
۳۵	۱٫۵۲	۱٫۹۲	۲٫۷۳	۴٫۹۳	۲۸٫۷	
۳۶	۱٫۵۴	۱٫۹۷	۲٫۸۳	۵٫۴۳	۶۸٫۷	
۳۷	۱٫۵۶	۲٫۰۲	۲٫۹۸	۶٫۰۲		
۳۸	۱٫۵۹	۲٫۰۷	۳٫۱۳	۶٫۸۰		
۳۹	۱٫۶۱	۲٫۱۳	۳٫۲۹	۷٫۷۳		
۴۰	۱٫۶۳	۲٫۱۸	۳٫۴۶	۹٫۰۷		
۴۱	۱٫۶۶	۲٫۲۴	۳٫۶۶	۱۰٫۸		
۴۲	۱٫۶۸	۲٫۳۱	۳٫۸۷	۱۳٫۳		
۴۳	۱٫۷۱	۲٫۳۷	۴٫۱۱	۱۷٫۲		
۴۴	۱٫۷۴	۲٫۴۴	۴٫۳۸	۲۳٫۶		
۴۵	۱٫۷۶	۲٫۵۱	۴٫۶۸	۴۳٫۰		
۴۶	۱٫۷۹	۲٫۵۹	۵٫۰۳	۱۷۲		
۴۷	۱٫۸۲	۲٫۶۷	۵٫۴۲			
۴۸	۱٫۸۵	۲٫۷۶	۵٫۸۸			
۴۹	۱٫۸۸	۲٫۸۵	۶٫۴۲			
۵۰	۱٫۹۱	۲٫۹۵	۷٫۰۶			

عددی مثالیں :— (۱) وہی صورت لو جس سے صفحہ ۴۹۵ پر ب پر کے بوجھ کے لیے بحث کی گئی ہے۔

وہاں یہ پایا گیا کہ بوجھ = ۷۷، ۸ ٹن = $\frac{۲۲۴۰ \times ۸٫۷۷}{۴۰٫۵۹}$ پونڈ فی مربع انچ

= ۴۳۰۰ پونڈ فی مربع انچ تقریباً

∴ قط طہ = ۱٫۰۳ تقریباً

اس کا اثر حاصل شدہ نتیجے پر قابلِ نظر انداز ہوگا۔

(۲) زور معلوم کرو جو صفحہ ۴۹۰ کے سوال ۴ کے ستون میں پیدا ہوگا اگر بوجھ مرکز سے کم زور سمت میں ۲ انچ باہر ہو۔

یہاں $\frac{د}{ب} = \frac{۲۲۴۰ \times ۴۰}{۸٫۲۹۶ \times ۲}$ = ۵۴۰۰ پونڈ فی مربع انچ

ج = ۹٫۳۶

∴ قط طہ = ۱٫۲۴ تقریباً (جدول سے)

∴ زور = ۵۴۰۰ $\left(۱ + \frac{۵٫۷۵ \times ۱٫۲۴ \times ۱}{(۳٫۳۳)^۲}\right)$

= ۵۴۰۰ × (۱٫۶۴)

= ۸۹۰۰ پونڈ فی مربع انچ تقریباً

= ۴٫۰ ٹن فی مربع انچ

تقریبی طریقے سے یہ حاصل ہوتا ہے:—

زور = ۵۴۰۰ $\left(۱ + \frac{۵٫۷۵ \times ۱}{(۳٫۳۳)^۲}\right)$

= ۵۴۰۰ × ۱٫۵۲

= ۸۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ تقریباً

= ۲٫۶۶ ٹن فی مربع انچ

خارج المرکز لداؤ کے لیے جانسن کا ضابطہ —— یہ ضابطہ جو پروفیسر جانسن کا نکالا ہوا ہے اس طرح حاصل ہوتا ہے کہ ابتدائی خروج المرکز میں انصراف سے پیدا ہونے والے خروج المرکز کو جمع کیا جائے اور حسب ذیل ہے:۔

$$\text{ستون میں اعظم زور} = \frac{د}{ب} + \frac{د\,خ\,ق_ن}{آ - \frac{د\,ل^۲}{۱۰\,ا\,ے}} \quad \dots\dots\dots (۸)$$

$$= \frac{د}{ب} + \frac{د\,خ\,ق_ن}{ب\,گ^۲ - \frac{د\,ل^۲\,گ^۲\,ب}{۱۰\,ا\,ے\,گ^۲\,ب}}$$

$$= \frac{د}{ب}\left\{۱ + \frac{خ\,ق_ن}{گ^۲\left(۱ - \frac{د\,ل^۲}{۱۰\,ا\,ے\,ب\,گ^۲}\right)}\right\}$$

$$= ز_ن\left\{۱ + \frac{خ\,ق_ن}{گ^۲\left(۱ - \frac{ز_ن\,ج^۲}{۱۰\,ا\,ے}\right)}\right\} \quad \dots\dots (۹)$$

اس سے کسی قدر زیادہ صحیح لیکن اس سے مشابہ ضابطہ اس طرح حاصل ہوسکتا ہے کہ خماؤ کے معیار کو یکساں سمجھیں۔ اس سے

$$\text{انصراف} = صہ = \frac{م\,ل^۲}{۸\,آ\,ے} = \frac{د\,خ\,ل^۲}{۸\,ے\,ب\,گ^۲}$$

$$= \frac{ز_ن\,خ\,ج^۲}{۸\,ے}$$

$$\therefore \text{موثر خروج المرکز} = \text{صہ} + \text{خ} = \text{خ}\left(۱ + \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ج}^{۲}}{۸\,\text{ے}}\right)$$

$$\therefore \text{خماؤ کا زور} = \frac{\text{د}\,(\text{صہ}+\text{خ})\,\text{ق}_{\text{ن}}}{\text{آ}}$$

$$= \frac{\text{د}\,\text{ق}_{\text{ن}}\,\text{خ}}{\text{ب}\,\text{گ}^{۲}}\left(۱ + \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ج}^{۲}}{۸\,\text{ے}}\right)$$

$$= \frac{\text{د}\,\text{ق}_{\text{ن}}\,\text{خ}}{\text{ب}\,\text{گ}^{۲}\left(۱ - \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ج}^{۲}}{۸\,\text{ے}}\right)} \quad \text{تقریباً}$$

$$= \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ق}_{\text{ن}}\,\text{خ}}{\text{گ}^{۲}\left(۱ - \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ج}^{۲}}{۸\,\text{ے}}\right)}$$

$$\therefore \text{مجموعی زور} = \text{راست زور} + \text{خماؤ کا زور}$$

$$= \text{ن}_{\text{ت}} + \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ق}_{\text{ن}}\,\text{خ}}{\text{گ}^{۲}\left(۱ - \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ج}^{۲}}{۸\,\text{ے}}\right)}$$

$$= \text{ن}_{\text{ت}}\left\{۱ + \frac{\text{خ}\,\text{ق}_{\text{ن}}}{\text{گ}^{۲}\left(۱ - \frac{\text{ن}_{\text{ت}}\,\text{ج}^{۲}}{۸\,\text{ے}}\right)}\right\} \quad \ldots\ldots(۱۰)$$

پروفیسر مورلے[۵] نے یہی نتیجہ قط ط کے پھیلاؤ

$$\text{قط ط} = ۱ + \frac{\text{ط}^{۲}}{\lfloor ۲} + \frac{۵\,\text{ط}^{۴}}{\lfloor ۴} + \frac{۶۱\,\text{ط}^{۶}}{\lfloor ۶} + \ldots\ldots$$

سے حاصل کیا۔ پہلی دو رقموں کو تقرب کے طور پر لیتے سے

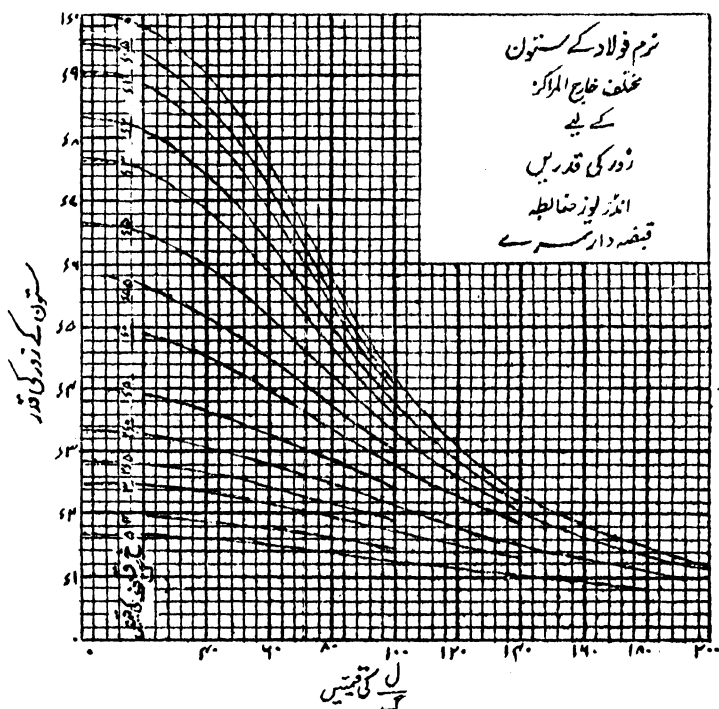
$$\text{قط}\,\frac{\text{ج}}{۲}\sqrt{\frac{\text{ن}_{\text{ت}}}{\text{ے}}} = ۱ + \frac{\text{ج}^{۲}\,\text{ن}_{\text{ت}}}{۸\,\text{ے}}$$

[۵] Prof. Morley

∴ مساوات (۷) یہ ہوجاتی ہے:—

$$\text{مجموعی زور} = ن_{ن}\left\{1 + \frac{خ\,ق_{ن}}{گ^{2}}\left(1 + \frac{ج^{2}\,ن_{ن}}{8\,ے}\right)\right\}$$

$$= ن_{ن}\left\{1 + \frac{خ\,ق_{ن}}{گ^{2}\left(1 - \frac{ج^{2}\,ن_{ن}}{8\,ے}\right)}\right\} \quad \text{تقریباً}$$

تجویز میں استعمال کے لیے نقشے —— اگر جیسا کہ صفحہ ۴۸۰ پر سمجھایا گیا ہے مقدار $\frac{ن}{ن_{م}}$ کو ستون کے زور کی قدر = س کہا جائے تو دیکھو س وہ عدد ہوگا جس سے نقطہ مغلوبیت کے زور کو ضرب دینا ہوگا

شکل ۱۵۵ ب

تاکہ پورے ستون کا وہ اوسط زور حاصل ہو جس سے انتہائی ریشے میں نقطہ مغلوبیت کا زور پیدا ہوتا ہے۔

اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر چھوٹے ستون کے بے خطر بوجھ کو دیے ہوئے خروج المرکز اور نازکی کی نسبت کے لیے ستون کے زور کی قدر سے ضرب دیا جائے تو ستون کا بے خطر خارج المرکز بوجھ حاصل ہوگا۔

شکل ۱۵۵ ب میں نازکی کی مختلف نسبتوں اور $\frac{خ\,ق}{گ}$ کی مختلف قیمتوں کے لیے ستون کے زور کی قدر کی قیمتیں دکھائی گئی ہیں جو مصنف کے ضابطے (صفحہ ۴۷۶) پر مبنی ہیں۔ ان میں خروج المرکز کی حقیقی قیمتوں میں اتفاقی خروج المرکز $\frac{ل^{۲}}{۲۰۰۰۰\,ق}$ کا اضافہ کیا گیا ہے یعنی ضابطہ (۱۳) میں

$$خ_ج = خ + \frac{ل^{۲}}{۲۰۰۰۰\,ق}$$

جہاں خ حقیقی خروج المرکز ہے اور ز = ۵۰۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ۔

ستون کے سرے ثابت ہوں تو مصنف نے دکھایا ہے کہ عام عقیدے کے خلاف اعظم زور سروں پر واقع ہوتا ہے (دوسرے محققین بھی اسی نتیجے پر پہنچے ہیں) اور یہ کہ عملی تجویز کے لیے خارج المرکز الاثر اور ثابت سروں کے ستون کو ایک ایسے قبضہ دار ستون کے معادل سمجھا جا سکتا ہے جس کی تراش یہی ہو، لیکن طول نصف ہو اور ابتدائی خروج المرکز نصف ہو۔

ایک سرا قبضہ دار اور دوسرا ثابت ہو تو مصنف کی رائے ہے کہ معادل قبضہ دار ستون کا طول اور خروج المرکز دی ہوئی قیمتوں کے ۰٫۷ کے مساوی سمجھے جائیں۔

شکل ۱۹۲ کے متعلق ایک دلچسپ نکتہ معلوم ہوا وہ یہ ہے کہ

مقدار $\frac{\text{خ ق ف}}{\text{گ}^{2}}$ کے بڑھنے سے نازکی کا اثر گھٹتا ہے۔[اکثر کتابوں میں "خروج المرکز کی قدر" کو ($1 + \frac{\text{خ ق ف}}{\text{گ}^{2}}$) لیا گیا ہے]۔ یہاں تک کہ اگر $\frac{\text{خ ق ف}}{\text{گ}^{2}}$ کی قیمت ۲ سے بڑی ہو تو نازکی کی نسبت کے اثر کو تقریباً نظر انداز کیا جاسکتا ہے جس کی وجہ سے ستون تجویز کے اغراض کے لیے ایک انتصابی شہتیر بن جاتا ہے جس پر دھکیل اور خماؤ کا معیار ایک ساتھ عمل کر رہے ہوں۔ اِس صورت میں راست زور اور خماؤ کے زور کو جمع کر کے فشار کے بے خطر زور کے مساوی رکھ سکتے ہیں نہ کہ (جیساکہ لندن کے فولادی ڈھانچوں کے قانون میں غلط لکھا گیا ہے) ستون کے بے خطر زور کے مساوی جو کہ دی ہوئی نازکی کی نسبت کے لیے حاصل ہو۔

کوئی صورت دی ہوئی ہو تو $\frac{\text{خ ق ف}}{\text{گ}^{2}}$ اور $\frac{\text{ل}}{\text{گ}}$ محسوب کرو اور $\frac{\text{ل}}{\text{گ}}$ کے انتصابی خط پر $\frac{\text{خ ق ف}}{\text{گ}^{2}}$ کے منحنیوں کے درمیان بینی ادراج کے ذریعے نقطہ معلوم کر کے افقاً چلو تو اس سے س حاصل ہوگا۔ تب نرم فولاد کے لیے

بے خطر خارج المرکز بوجھ = (س × ۸ × ستون کا رقبہ مربع انچوں میں) ٹن

اگر جھکاؤ کا زور ۸ ٹن فی مربع انچ لیا جائے۔ بہت خفیف نازکی کی صورت میں یہ مناسب سمجھا جاتا ہے کہ بوجھ کو (۶.۶۷ × ستون کا رقبہ مربع انچوں میں) ٹن کی حد تک رکھا جائے کیونکہ ایسی صورت میں راست فشار غالب رہتا ہے۔

ستونوں کی مضبوطی کے بے حد دلچسپ مضمون کو چھوڑنے سے پہلے ہم اُن پڑھنے والوں کو جو اس مضمون کا تفصیلی مطالعہ کرنا چاہتے ہیں ڈاکٹر سامن[۱] کی استادانہ تصنیف "ستون" (شایع کردہ فراڈ ہوڈر و سٹافٹن[۲]) پڑھنے کا مشورہ دینگے۔

---

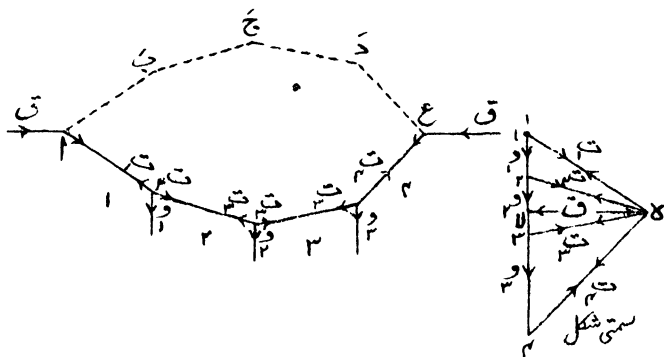
[۲] Frowde, Hodder and Stoughton [۱] Dr. Salmon

تیرہواں باب

معلّق پُل اور کمانیں

معلق پُل

معلق رسوں کے زور۔ —— فرض کرو کہ دو نقاط ۱ اور ع کے درمیان لٹکتے ہوئے ایک رسے کے چند نقاط سے وزن و۱، و۲، و۳ لٹکائے گئے ہیں (شکل ۱۵۶)۔ تب اگر رسا کاملاً ملائم (یعنی خم پذیر) ہو تو بوجھوں کے درمیان وہ سیدھا رہیگا۔ اُس نقطے پر غور کرو جس پر و۱ عمل کرتا ہے۔ بوجھ و۱ دونوں تناؤں ت۱ اور ت۲ کے ساتھ تعادل میں ہے، اس لیے یہ تین قوتیں مثلث ۱، ۲، ۸ سے تعبیر ہو سکینگی۔ اسی طرح و۲ کو ت۲ اور ت۳ تعادل میں رکھتے ہیں اور یہ قوتیں مثلث ۲، ۳، ۸ سے تعبیر ہونگی۔ اسی طرح تمام وزنوں کے لیے چونکہ رسے پر سارا لداؤ انتصابی ہے اس لیے رسے میں اس سرے سے اُس سرے تک تناؤ کا افقی جزوِ تحلیلی وہی ہونا چاہیے، اور یہ بات سمتی شکل میں بھی ظاہر ہے کیونکہ ہر ایک تناؤ کا افقی جزوِ تحلیلی ۸ لا ہے۔ دونوں شکلوں کا مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ ان میں رسیمانی اور سمتی کثیر الاضلاعوں کا

رشتہ ہے۔ اِس طرح لدے ہوئے رسوں کے لیے ذیل کا قاعدہ

شکل ۱۵۶

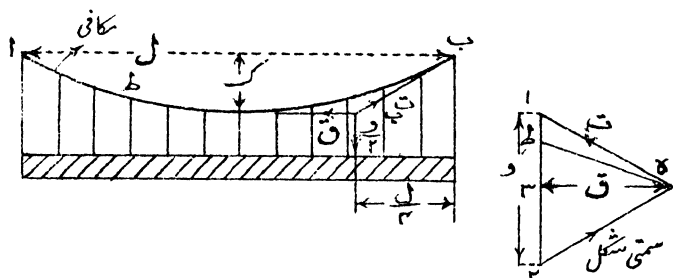
لدے ہوئے رسے کے زور

حاصل ہوتا ہے:—

رسّا لداؤ کے تحت اُس رلیسمانی کثیر الاضلاع کی شکل اختیار کرتا ہے جو بوجھ کے اُس نظام کے لیے رَسّے کے اُفقی تناؤ ق کے قطبی فاصلے کے ساتھ کھینچا جاے۔

نظری کمان —— چونکہ رَسّے میں صرف تناؤ ہے اِس لیے بوجھوں کے درمیان کے حصوں کو کیل دار جوڑوں کی کڑیوں سے بدل دیا جا سکتا ہے۔ اب اگر اس سب کو الٹ کر نقطہ دار وضع میں لایا جائے تو ارکان میں صرف فشار ہوگا۔ ا ب ج د ع بوجھوں کے اس نظام کی نظری کمان ہوگی۔

معلق پُل پر یکساں بوجھ —— ایک معلق پُل پر غور کرو جس پر

ایک یکساں بوجھ متعدد رسّوں کے ذریعے عمل کر رہا ہے۔ فرض کرو کہ فصل ل، رسّے کا جھوک ک، اور ہر ایک رسّے پر بوجھ و ہے (شکل ۱۵۷ء)۔ تب رسّوں کی شکل مکافی ہوگی کیونکہ یکساں بوجھ کے لیے ریسمانی کثیر الاضلاع

شکل ۱۵۷ء۔ معلق پل پر یکساں بوجھ

یا خماؤ کے معیار کا نقشہ ایک مکافی ہوتا ہے، اور رسّے کا اُفقی تناؤ اور اعظم تناؤ رسّے کے نصف پر غور کرنے سے حاصل ہو سکتا ہے۔ یہ تین قوتوں کے تحت تعادل میں ہے ب پر رسّے کا تناؤ $ت_ب$، افقی کھینچ ق، اور نصف رسّے پر کا بوجھ $\frac{و}{۲}$۔ یہ قوتیں ایک نقطے پر ملینگی اور ب کے گرد معیار لینے سے

$$ق \times ک = \frac{و}{۲} \times \frac{ل}{۴}$$

$$\therefore \quad ق = \frac{و ل}{۸ ک}$$

یہ خیال ہوا ہوگا کہ یہ وہی قوت ہے جو اسی گہرائی اور فصل کے ڈھانچہ دار گرڈر کے مرکز پر کور میں ہوتی ہے اور جو تختی دار گرڈر کی کور میں تقریباً ہوتی ہے۔ رسّے کے کسی نقطہ ط پر کا تناؤ اس طرح حاصل ہوگا کہ اس نقطے پر رسّے کی جو سمت ہے اس کے متوازی سمتی شکل میں ہ ط کھینچا جائے۔ اعظم تناؤ $ت_ا$ یا $ت_ب$ کی قیمت سمتی شکل سے اس طرح

حاصل ہو گی:—

$$(\text{ا}\,۵)^{۲} = (۳\,۵)^{۲} + (\text{ا}\,۳)^{۲}$$

$$ت_{۱}^{۲} = ق^{۲} + \left(\frac{و}{۲}\right)^{۲}$$

$$= \frac{و^{۲}ل^{۲}}{۶۴ک^{۲}} + \frac{و^{۲}}{۴}$$

$$= \frac{و^{۲}}{۴}\left(۱ + \frac{ل^{۲}}{۱۶ک^{۲}}\right)$$

$$\therefore\ ت_{۱} = \frac{و}{۲}\sqrt{۱ + \frac{ل^{۲}}{۱۶ک^{۲}}}$$

∴ اگر رسّے کا تراشی رقبہ ب ہو اور بے خطر تنشی زور ز تو

$$ز \times ب = \frac{و}{۲}\sqrt{۱ + \frac{ل^{۲}}{۱۶ک^{۲}}}$$

رسّے کا طول ——— اگر کوئی رسّا ایک مکافی کی شکل میں لٹکا ہوا ہو جس کا فصل ل اور جھوک ک ہو تو رسّے کا طول تقریبی طور پر ذیل کے ربطوں سے حاصل ہو گا:—

$$س = ل + \frac{۸ک^{۲}}{۳ل}$$

اور $س = ل + ۲۳ء\,ک$ (ٹراٹ وائین[۵])

لنگر رسّوں کے زور ——— معلق پلوں کے رسوں کو لنگر کرنے کے بڑے طریقے دو ہیں:—

(۱) رسّا پائے کی چوٹی پر کی پھرکیوں پر سے مسلسل گزرے۔

اس صورت میں لنگر رسّے کا تناؤ وہی ہو گا جو اعظم تناؤ ت ہے لیکن اگر لنگر رسّے اور پل کے رسّے کے میلان مساوی نہ ہوں تو پائے کے

[۵] Trautwine

اوپر ایک افقی قوت ہوگی جو پائے کو اُلٹ دینے کا تقاضا رکھیگی اور چونکہ پایہ خاصا اونچا ہوگا اس لیے اس قوت سے قاعدے پر ایک بڑا خماؤ کا میلان پیدا ہوگا۔

شکل ع ۱۵۸ میں فرض کرو کہ ا ب اور ا ع رستے کے تناؤ کے مساوی ہیں۔ تب ب ج اور د ع اس کے افقی اجزائے تحلیلی ہونگے

∴ ب ج - ع د = پائے پر حاصل افقی قوت

= ت (جب ط - جب عہ)

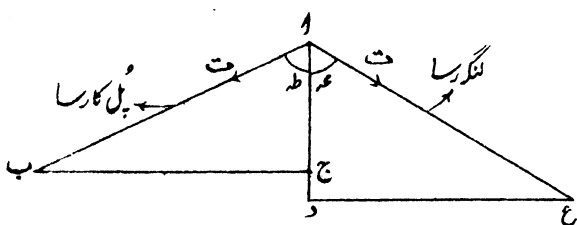
$$= ق \left(۱ - \frac{جب\ عہ}{جب\ ط}\right)$$

ا ج اور ا د تناؤ کے انتصابی اجزائے تحلیلی ہیں

∴ ا ج + ا د = پائے کے اوپر مجموعی انتصابی دباؤ

= ت (جم ط + جم عہ)

لیکن ت جم ط $= \frac{و}{۲}$ (دیکھو شکل ع ۱۵۷)

$$∴ \text{پائے پر انتصابی دباؤ} = \frac{و}{۲}\left(۱ + \frac{جم\ عہ}{جم\ ط}\right)$$

شکل ع ۱۵۸۔ لنگر رسوں کے زور

(۲) دوسرا طریقہ یہ ہے کہ لنگر رسا اور پُل کا رستا کاٹھی کو باندھ دیے جائیں جو پائے کی چوٹی پر پھرکیوں پر سوار ہوں۔ اس سے یہ ہوگا کہ لنگر رسے اور پُل کے رسے کے تناؤ لازماً مساوی نہیں ہونگے

لیکن پائے پر کوئی افقی قوت نہیں ہوگی۔

لنگر رسے کا تناؤ $ت_۱$ معلوم کرنے کے لیے اب = ت قائم کرو (شکل ۱۵۹) اور اس کو افقی اور انتصابی سمت میں تحلیل کرو۔ تب ب ج تناؤ کا افقی جزو تحلیلی ہوگا۔ اب چونکہ پائے کے اوپر کوئی حاصل افقی قوت نہیں اس لیے $ت_۱$ کا افقی جزو تحلیلی ب ج ہونا چاہیے۔ اس لیے لنگر رسے کی سمت میں ا ع ایسے طول کا کھینچو کہ اس کا افقی جزو د ع = ب ج، تب ا ع سے تناؤ $ت_۱$ حاصل ہوگا۔

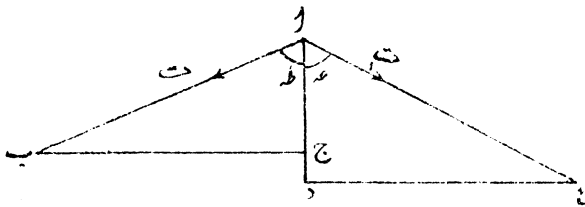
اب ب ج = د ع

یا ت جب ط = $ت_۱$ جب ع

پائے پر انتصابی دباؤ = ت جم ط + $ت_۱$ جم ع

$$= ت\ جم\ ط + \frac{ت\ جب\ ط\ جم\ ع}{جب\ ع}$$

= ت جم ط (۱ + مس ط مم ع)

$$= \frac{و}{۲} (۱ + مس\ ط\ مم\ ع)$$

شکل ۱۵۹۔ لنگر رسوں کے زور

منقلب معلق پل ــــــ معلق پل متحرک بوجھوں کے لیے موزوں نہیں کیونکہ بوجھ کے گزرنے سے رسّے کی شکل میں تبدیلی ہوگی اور اہتزاز

پیدا ہو جائینگے۔ ان اہتزازوں کو کم کرنے کے لیے ان کو "مصلب[1]" گرڈروں کے ذریعے صلب کیا جاتا ہے۔ اگر ان گرڈروں کے مرکز پر کیبل یا قبضے کا جوڑ ہو، اور سرے سادہ طور پر سہارے ہوئے ہوں تو ان کے زور آسانی سے حسب ذیل طور پر معلوم کیے جا سکتے ہیں :-

کیبل سے جڑے ہوئے مصلب[2] گرڈر ـــــ بوجھ یکساں نصف فصل پر

پہلے اُس صورت پر غور کرو کہ ایک یکساں بوجھ نصف فصل پر چھایا ہوا ہے۔ قطبی فاصلہ ط کو ایک خاص قیمت دے کر اس بوجھ کے خماؤ کے معیار کے منحنی ا ع ج مَل ب کو نقطہ ج میں سے گزارا جا سکتا ہے (شکل ۱۶۰)۔ فرض کرو کہ رسّے کے تناؤ کا اُفقی جزو ق ہے۔ تب ج کے گرد ق کا معیار = ـ ق × ک اور بوجھ کی وجہ سے ج پر خماؤ کا معیار = ط × ک

∴ ج پر حاصل خماؤ کا معیار = (ط ـ ق) ک ـ لیکن ج پر کیبل دار جوڑ ہے اس لیے حاصل خماؤ کا معیار صفر ہونا چاہیے۔ اس لیے ط = ق

اب رسّے کے کسی نقطہ ص پر غور کرو جس میں سے گزرنے والا انتصابی خط خماؤ کے معیار کے منحنی کو س پر اور ب میں کے افقی خط کو ر پر قطع کرتا ہے۔

تب ص پر خماؤ کا معیار

= ط × رس ـ ق × رص = ق (رس ـ رص)

= ق × س ص

$$\text{ج پر بوجھ کی وجہ سے خماؤ کا معیار} = \frac{\text{ب ل}}{\text{۸}} \times \frac{\text{ل}}{\text{۲}} = \frac{\text{ب ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۶}}$$

---

[1] Stiffened

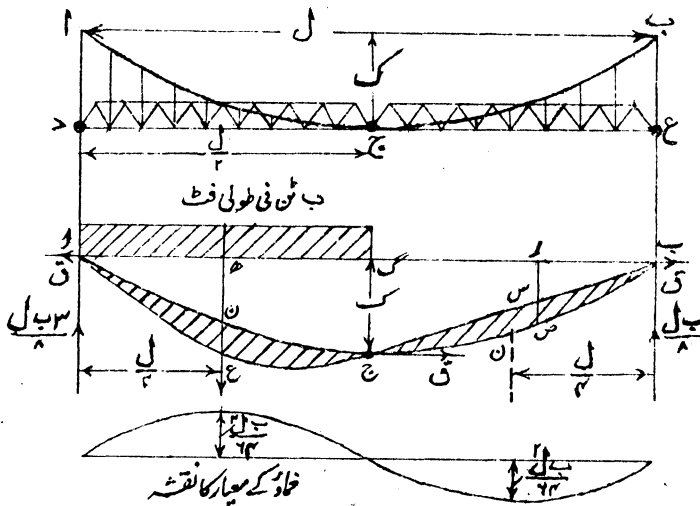
[2] Stiffening

$$\therefore \quad ق \times ک = \frac{ب ل^{2}}{۱۶}$$

یا

$$ق = \frac{ب ل^{2}}{۱۶ ک}$$

اوپر کے استدلال سے حاصل ہوتا ہے کہ ترچھے خطوط والے منحنیوں سے گرڈر پر عمل کرنے والا خماؤ کا معیار حاصل ہوگا۔ یہ دو منحنی خود مکافی ہیں، اور ہر ایک کا اعظم معین $\frac{ب ل^{2}}{۶۴}$ ہے۔

شکل ۱۶۰

قبضہ دار مصلب گرڈروں کا معلق پل

یہ ب ج کے وسطی نقطہ ن کے لیے اِس طرح ثابت کیا جاسکتا ہے:-

مکافی کا معین $= \frac{۳}{۴}$ ک

خطِ مستقیم کا معین $= \frac{۱}{۴}$ ک

∴ ن پر حاصل خماؤ کا معیار $=$ ق $\left(\frac{۳}{۴}ک - \frac{۱}{۲}ک\right) =$ ف $\times \frac{۱}{۴}$ک

$$= \frac{ب\,ل^۲}{۱۶ک} \times \frac{ک}{۴} = \frac{ک\,ل^۲}{۶۴}$$

اسی طرح حصہ ج ا میں نقطہ ع پر غور کرنے سے

مکانی کا معین $=$ ھ ن $= \frac{۳}{۴}$ک

خماؤ کے معیار کے منحنی کا معین $=$ ھ ع $= \left\{\frac{۳\,ب\,ل}{۸} \times \frac{ل}{۴} - \frac{ب\,ل}{۴} \times \frac{ل}{۸}\right\}$

$$= \frac{ب\,ل^۲}{۱۶} \quad (\text{یعنی ھ ع} = \text{ک})$$

∴ ع پر حاصل خماؤ کا معیار $= \frac{ب\,ل^۲}{۱۶} -$ ق $\times \frac{۳}{۴}$ک

$$= \frac{ب\,ل^۲}{۱۶} - \frac{۳\,ب\,ل^۲}{۶۴} = \frac{ب\,ل^۲}{۶۴}$$

اوپر کے نتائج کو اکٹھا کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ ا اور ج کے درمیان گرڈر رسّے کو نیچے کھینچتا ہے اور اس طرح اس پر ایک بخوار یکساں بوجھ حدت $\frac{ب}{۲}$ کا ہے، اور ب اور ج کے درمیان رستا گرڈر کو اوپر کھینچتا ہے اور اس طرح گرڈر پر ایک اوپروار یکساں بوجھ حدت $\frac{ب}{۲}$ کا ہے۔ اس سے خماؤ کے معیار کے نقشے شکل کے مطابق حاصل ہونگے۔

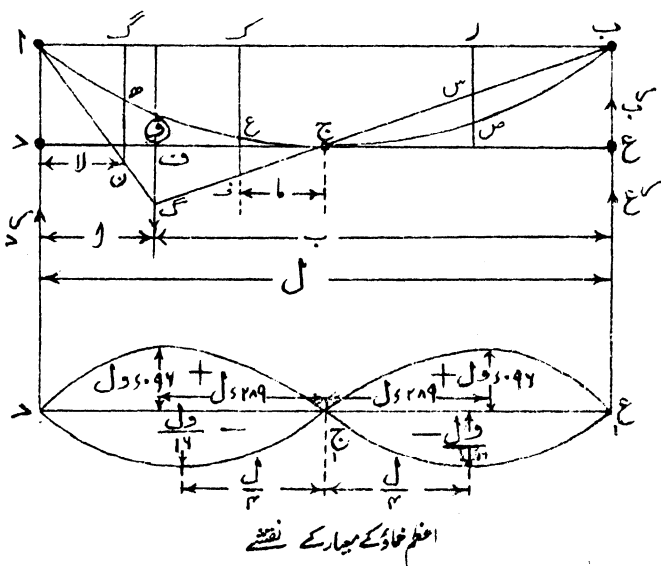
پورے فصل پر یکساں بوجھ ـــــ اس صورت میں گرڈروں پر کوئی خماؤ کا معیار نہیں ہوگا۔ پورا پل ایک غیر متصلب (Unstiffened) معلق پل کا عمل کریگا۔

بے قاعدہ بوجھ ـــــ اگر بوجھ بے قاعدہ ہو تو اوپر کی طرح خماؤ کا معیار اس طرح حاصل ہوگا کہ خماؤ کے معیار کے منحنی کو ج میں سے گزارا جائے اور رسّے کے مکانی اور اس منحنی کے درمیان کے معینوں کو قطبی فاصلے سے

ضرب دیا جائے۔ اس صورت میں عمل وہی ہوگا (لیکن مقلوب) جو کہ تین کیلوں کی کمان کے لیے کیا جاتا ہے (صفحہ ۳۰۲)۔

کیل دار گرڈروں سے متصلّب معلق پُل پر منفرد متحرک بوجھ۔

فرض کرو کہ ایک منفرد بوجھ و فی رسّا ایک متصلّب معلق پُل ا ج ب پر حرکت کرتا ہے (شکل ۱۶۱)۔

جب بوجھ سرے ا سے فاصلہ ا پر ہو اور حصہ د ج پر ہو تو رسّے کے نقطہ ص کے تناظر مصلب گرڈر کے نقطے پر خماؤ کا معیار ق × س ص کے مساوی ہوگا۔ یہ اعظم ہوگا جب کہ ق اعظم ہو اور ق = $\frac{ی_ب \times ل}{۲ ک}$ جس میں ک حسب سابق رسّے کا جھوک ہے۔ اور ق اعظم ہوگا جبکہ ی_ب اعظم ہو یعنی جب کہ و نقطہ ج کے اوپر ہو۔

شکل ۱۶۱ منفرد متحرک بوجھ کے قبضہ دار معلّب گرڈر

اس طرح اعظم منفی خماؤ کے معیار کا منحنی ایک مکافی ہوگا جس کا ارتفاع $\frac{\text{و ل}}{۱۶}$ ہوگا کیونکہ مکافی کا معین $\frac{۳}{۴}$ ک ہے اور اس طرح خماؤ کا معیار

$$= \text{ق}\left(\tfrac{۳}{۴}\text{ک} - \tfrac{۱}{۲}\text{ک}\right) = \frac{\text{و ل}}{۴\,\text{ک}} \times \tfrac{۱}{۴}\text{ک} = \frac{\text{و ل}}{۱۶}$$

اب د اور ف کے درمیان ایک نقطہ پر غور کرو جو د سے فاصلہ لا پر ہو۔

$$\text{م}_{\text{لا}} = \text{ر}_{\text{د}} \times \text{لا} - \text{ق} \times \text{گ ھ}$$

$$= \frac{\text{و ب}}{\text{ل}} \times \text{لا} - \frac{\text{و ا ل}}{\text{ل} \times ۲\text{ک}} \times \text{گ ھ}$$

$$= \text{و}\left(\frac{\text{ب لا}}{\text{ل}} - \frac{\text{ا} \times \text{گ ھ}}{۲\text{ک}}\right)$$

$$= \text{و}\left\{\frac{(\text{ل} - \text{ا})\,\text{لا}}{\text{ل}} - \frac{\text{ا} \times \text{گ ھ}}{۲\text{ک}}\right\}$$

$$= \text{و}\left\{\text{لا} - \text{ا}\left(\frac{\text{لا}}{\text{ل}} + \frac{\text{گ ھ}}{۲\text{ک}}\right)\right\} \quad \cdots\cdots (۱)$$

ا کے بڑھنے سے یہ گھٹتا ہے اس لیے خماؤ کا معیارِ اعظم اس وقت ہوگا جب کہ بوجھ نقطے پر سے ابھی ابھی ہٹا ہو۔ اب ایک نقطہ بوجھ سے آگے مرکز ج سے فاصلہ ما پر لو۔

$$\text{م}_{\text{ما}} = \text{ر}_{\text{ع}}\left(\frac{\text{ل}}{۲} + \text{ما}\right) - \text{ق} \times \text{ک ع}$$

$$= \text{ر}_{\text{ع}}\left(\frac{\text{ل}}{۲} + \text{ما}\right) - \frac{\text{ر}_{\text{ع}} \times \text{ل} \times \text{ک ع}}{۲\text{ک}}$$

$$= \frac{\text{و ا}}{\text{ل}}\left\{\left(\frac{\text{ل}}{۲} + \text{ما}\right) - \frac{\text{ل} \times \text{ک ع}}{۲\text{ک}}\right\} \quad \cdots\cdots (۲)$$

یہ ا کے بڑھنے سے بڑھتا ہے اِس لیے خماؤ کا معیار

اُس وقت اعظم ہوگا جب کہ بوجھ دیے ہوئے نقطے تک پہنچے۔

اس طرح دیکھو اگر بوجھ گرڈروں سے ایک پر ہو تو کسی نقطے پر خماؤ کا معیار اُس وقت اعظم ہوگا جب کہ بوجھ اُس نقطے پر پہنچے۔

اِس لیے مساوات (۲) میں $\text{ا} = \frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما}$ رکھنے سے

$$\text{م}_{\text{ما}}(\text{اعظم}) = \frac{\text{و}(\frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما})}{\text{ل}} \left\{ (\frac{\text{ل}}{۲} + \text{ما}) - \frac{\text{ل}}{۲\text{ک}} \times \text{کع} \right\}$$

اب $\text{کع} = \text{ک} - \frac{۴\text{ک}}{\text{ل}^۲} \times \text{ما}^۲$

$$\therefore \text{م}_{\text{ما}}(\text{اعظم}) = \frac{\text{و}(\frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما})}{\text{ل}} \left\{ (\frac{\text{ل}}{۲} + \text{ما}) - \frac{\text{ل ک}}{۲\text{ک}} (۱ - \frac{۴\text{ما}^۲}{\text{ل}^۲}) \right\}$$

$$= \frac{\text{و}(\frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما})}{\text{ل}} \left\{ \frac{\text{ل}}{۲} + \text{ما} - \frac{\text{ل}}{۲} + \frac{۴\text{ما}^۲}{۲\text{ل}} \right\}$$

$$= \frac{\text{و}(\frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما})}{\text{ل}} \left\{ \text{ما} + \frac{۴\text{ما}^۲}{۲\text{ل}} \right\}$$

$$= \frac{\text{و}(\frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما})(۱ + \frac{۲\text{ما}}{\text{ل}})\text{ما}}{\text{ل}}$$

$$= \frac{\text{و ما}(\frac{\text{ل}}{۲} - \text{ما})(\text{ل} + ۲\text{ما})}{\text{ل}^۲} \quad \cdots\cdots\cdots (۳)$$

$$= \frac{\text{و ما}}{۲\text{ل}^۲}(\text{ل}^۲ - ۴\text{ما}^۲) \quad \cdots\cdots\cdots (۴)$$

اعظم قیمت اُس وقت ہوگی جب کہ

$$\frac{\text{فر م}_{\text{ما}}}{\text{فر ما}} = ۰ \quad \text{یعنی} \quad \text{ل}^۲ - ۴\text{ما}^۲ + \text{ما}(-۸\text{ما}) = ۰$$

$$\text{یا} \quad \text{ل}^۲ - ۱۲\text{ما}^۲ = ۰$$

یعنی $ا = \frac{ل}{\sqrt{۱۲}} = ۲۸۹ء ل$

یعنی خماؤ کا معیار اعظم ہوگا جب کہ بوجھ مرکز سے ۲۸۹ء ل کے فاصلہ پر ہو۔

$$اس وقت\ م = \frac{و \times ۲۸۹ء ل (ل^۲ - \frac{ل^۲}{۳})}{۲ ل^۲} = ۰۹۶ء و ل$$

اس سے اعظم خماؤ کے معیار کا نقشہ وہ حاصل ہوگا جو شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اس میں مثبت خماؤ کے معیار اساسی خط کے اوپر کی طرف ناپے گئے ہیں اور منفی نیچے کی طرف۔

※ کیل دار گرڈروں سے متصلّب معلق پُل پر یکساں بوجھ متحرک — فرض کرو کہ فصل پر حدّت ب فی رسے کا ایک یکساں بوجھ حرکت کرتا ہے اور فرض کرو کہ بوجھ کا اگلا سرا نقطہ گ تک پہنچا ہے (شکل ع ۱۶۲)۔ تب گرڈر کے حصہ ج ب۱ کے کسی نقطے پر خماؤ کا معیار جب کہ بوجھ دوسرے حصے پر ہو $ق = \frac{سبا \times ل}{ک}$ کے متناسب ہوگا۔ اس لیے جب بوجھ ا ج پر ہو تو ج ب۱ کے ہر نقطے پر خماؤ کا معیار اُس وقت اعظم ہوگا جب کہ سبا اعظم ہو یعنی جب کہ بوجھ کا اگلا سرا ج تک پہنچے۔

اب ج اور گ کے درمیان ج سے فاصلہ ما پر نقطہ ع پر غور کرو۔

$$م_ع = سبا \times ب_۲ ع - ق \times ک_۲$$

$$= سبا (ل + ما) - \frac{سبا \times ل \times ک_۲}{ک}$$

$$= \frac{بَ}{ب} \left\{ ما + ل \left(۱ - \frac{ک}{ی^۲} \right) \right\}$$

$$= \frac{بَ}{ب} \left(ما + \frac{ل ما^۲}{ل^۲} \right)$$

$$= \frac{بَ}{ب} ما \left(۱ + \frac{ما}{ل} \right) \quad \text{.............} (۱)$$

یہ $\frac{بَ}{ب}$ کے بڑھنے سے یعنی بوجھ کے فصل پر بڑھنے سے بڑھتا ہے۔

اب $ا_۱$ اور گ کے درمیان ج سے فاصلہ ی پر ایک نقطہ ف پر غور کرو۔

$$م_ف = \frac{بَ}{ب} \times ج_۱ف - ق \times ک_۱ - \frac{ب \times ف گ^۲}{۲}$$

شکل ۱۶۲

یکساں متحرک بوجھ کے قبضہ دار معلق گرڈر

اوپر کی طرح استدلال کرنے سے

$$ر_ب \times ب_۱ف - ق \times ک_۱ = ر_ب \times ی\left(۱ + \frac{ی}{ل}\right)$$

$$\therefore\ م_ن = ر_ب\, ی\left(۱+\frac{ی}{ل}\right) - \frac{ب(ی-لا)^{۲}}{۲} \quad \cdots\cdots\ (۲)$$

$$= \frac{ب(ل-لا)^{۲}ی}{۲ل}\left(۱+\frac{ی}{ل}\right) - \frac{ب(ی-لا)^{۲}}{۲} \quad \cdots\cdots\ (۳)$$

یہ اعظم ہوگا جب کہ $\frac{فر\, م_ن}{فر\, لا} = ۰$

یعنی $\frac{-۲ب(ل-لا)ی}{۲ل}\left(۱+\frac{ی}{ل}\right) + \frac{۲ب(ی-لا)}{۲} = ۰$

یا ل = ۲ل رکھنے سے

$$-ب\left\{\frac{ی(ل-لا)(ل+ی)}{۲ل^{۲}} - (ی-لا)\right\} = ۰$$

یا $-\frac{ب}{۲ل^{۲}}\left\{ی(ل-لا)(ل+ی) - ۲ل^{۲}(ی-لا)\right\} = ۰$

یا $-\frac{ب}{۲ل^{۲}}(ل-ی)\left\{لا(۲ل+ی) - ل ی\right\} = ۰$

یا $لا(۲ل+ی) = ل ی$

یعنی $لا = \frac{ل ی}{۲ل+ی} \quad \cdots\cdots\ (۴)$

$$\therefore\ (ل-لا) = ل\left(۱ - \frac{ی}{۲ل+ی}\right) = \frac{۲ل^{۲}}{(۲ل+ی)}$$

$$(ی-لا) = ی\left(۱ - \frac{ل}{۲ل+ی}\right) = \frac{ی(ل+ی)}{(۲ل+ی)}$$

$$\therefore \text{م}_{\text{ن}} = \frac{\text{ب}(\text{ل}+\text{ی})}{(\text{۲ل}+\text{ی})^{۲}} \left\{ \text{ل}^{۲}\text{ی} - \frac{\text{ی}^{۲}(\text{ل}+\text{ی})}{۲} \right\}$$

$$= \frac{\text{ب}(\text{ل}+\text{ی})\text{ی}}{۲(\text{۲ل}+\text{ی})^{۲}} \left\{ \text{۲ل}^{۲} - \text{ل ی} - \text{ی}^{۲} \right\}$$

$$= \frac{\text{ب ی}(\text{ل}^{۲}-\text{ی}^{۲})}{۲(\text{۲ل}+\text{ی})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

اب ہم کو من کی اعظم قیمت معلوم کرنا ہے جو فصل پر کہیں واقع ہو۔ اس کے لیے ی کو متغیر لے کر $\frac{\text{فر م}_{\text{ن}}}{\text{فر ی}} = ۰$ رکھو

یعنی $(\text{۲ل}+\text{ی})(\text{ل}^{۲} - \text{۳ی}^{۲}) - (\text{ل}^{۲} - \text{ی}^{۲})\text{ی} = ۰$

یا $\text{ل}^{۳} - \text{۳ل ی}^{۲} - \text{ی}^{۳} = ۰ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۶)$

ترسیم کے ذریعے اِس کا ایک حل ی = ۵۳ء ل حاصل ہوتا ہے

تب $\text{م}_{\text{ن}} = \text{۰ء۰۵۳ ب ل}^{۲}$

$$= \frac{\text{ب ل}^{۲}}{۵۳} \text{ تقریباً}$$

مصلب گرڈر جو مرکز پر کیل دار نہ ہوں ——— اگر مصلب گرڈر مرکز پر کیل دار نہ ہوں تو تپش کی تبدیلیوں کی وجہ سے جھوک میں جو تبدیلی ہوگی اُس سے اِن میں قابلِ لحاظ زور پیدا ہونگے اور یہ زور ہو سکتا ہے کہ بے خطر زور کے نصف تک پہنچ جائیں۔ اِس صورت میں زور محسوب کرنا زیادہ مشکل ہے لیکن یکساں لداؤ کی صورت میں اِن کو اِس طرح محسوب کیا جا سکتا ہے :—

فرض کرو کہ ا ج ب (شکل ۱۶۳) ایک معلق پل کا رسا ہے جس کے ساتھ ایک مصلب گرڈر ا ب ہے جو سروں پر سہارا ہوا ہے، اور فرض کرو حدت ب فی رسے کا ایک یکساں بوجھ پل پر حرکت کرتا ہے اور ا سے فاصلہ لا پر نقطہ ع تک پہنچتا ہے۔ تب چونکہ رسے کو مکافی کی شکل میں لٹکا ہوا دکھایا جاتا ہے اس لیے حدت ح کا ایک یکساں بوجھ ہونا چاہیے جو رسے کو نیچے کھینچے اور اس طرح مصلب گرڈر کو اوپر کھینچے۔

∴ رسے پر مجموعی بوجھ = ح ل = ب لا

∴ $ح = \frac{ب\ لا}{ل}$ .... (۱)

∴ ب لا اور ح ل ایک جفت ہونگے جس کا معیار = ب لا $\left(\frac{ل - لا}{۲}\right)$

اس جفت کا توازن ردِ عملوں $س_ا$ اور $س_ب$ سے عمل میں آئیگا

∴ $- س_ب\ ل = + س_ا\ ل = ب\ لا\ \frac{ل - لا}{۲}$

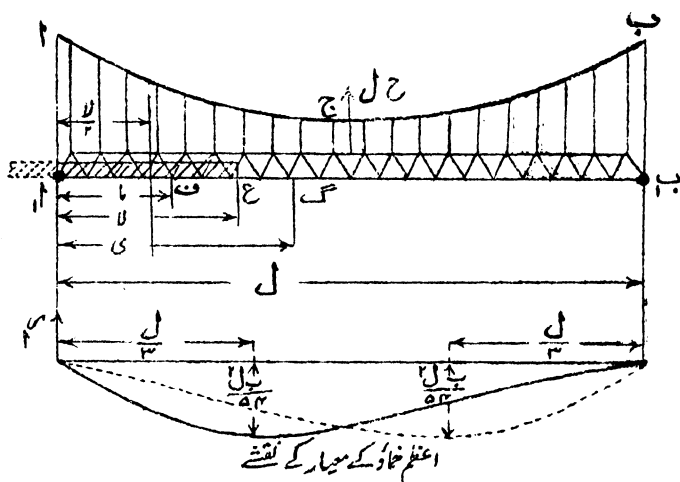
∴ $س_ا = - س_ب = \frac{ب\ لا\ (ل - لا)}{۲\ ل}$ .... (۲)

اب ع اور ا کے درمیان ایک نقطہ ف پر غور کرو جو ا سے فاصلہ ما پر ہو۔

ف پر خماؤ کا معیار = $م_ی = س_ا \times (ما) - (ب - ح)\ \frac{ما^۲}{۲}$ ...... (۳)

$= \frac{ب\ لا\ ما\ (ل - لا)}{۲\ ل} - ب\left(۱ - \frac{لا}{ل}\right)\frac{ما^۲}{۲}$

$= \frac{ب\ (ل - لا)}{۲\ ل}\left\{لا\ ما - ما^۲\right\}$

$$= \frac{\text{ب (ل - لا) (لا - ما) ما}}{\text{۲ ل}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۴})$$

شکل ۱۶۳ مصلب گرڈر وسطی قبضے کے بغیر

اب ع اور ب کے درمیان ا سے فاصلہ ی پر نقطہ گ پر غور کرو۔

$$\text{تب } م_{گ} = ر_{ب} (\text{ل - ی}) - \frac{\text{ح}}{\text{۲}} (\text{ل - ی})^{2} \ldots\ldots\ldots (\text{۵})$$

$$= \frac{\text{ب لا (ل - لا) (ل - ی)}}{\text{۲ ل}} - \frac{\text{ب لا}}{\text{۲ ل}} (\text{ل - ی})^{2}$$

$$= \frac{\text{ب لا (ل - ی) (ل - لا - ل + ی)}}{\text{۲ ل}}$$

$$= \frac{\text{ب لا (ل - ی) (ی - لا)}}{\text{۲ ل}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۶})$$

مساواتوں (۴) اور (۶) میں خماؤ کا معیار علی الترتیب لا = ما

اور لا = ی پر صفر ہوتا ہے۔

∴ بوجھ کا اگلا سرا ہمیشہ ایک نقطۂ انعطاف ہوگا اور ہم یہ مان لیتے ہیں کہ ا ع میں خماؤ کا معیار اِس کے وسط میں اعظم ہوتا ہے یعنی جب کہ $ا = \frac{لا}{۲}$

$$∴ \text{ا ع میں اعظم خماؤ کا معیار} = م = \frac{ب(ل-لا)}{۲ل} \times \frac{لا^{۲}}{۴}$$

$$= \frac{ب\,لا^{۲}(ل-لا)}{۸ل} \quad\ldots\ldots\ldots (۷)$$

یہ اعظم ہوگا جب کہ $\frac{فرم}{فرلا} = ۰$

یعنی جب $۲\,لا\,(ل-لا) + لا^{۲} \times (-۱) = ۰$

یعنی $لا = \frac{۲ل}{۳} \quad\ldots\ldots\ldots (۸)$

اِس طرح ایک غیر معین طول کے بوجھ کے لیے اعظم خماؤ کا معیار اِس وقت واقع ہوگا جب کہ بوجھ فصل کے $\frac{۲}{۳}$ پر چھا جائے اور یہ فصل میں اعظم خماؤ کا

$$\text{معیار} = \frac{ب}{۸ل} \times \frac{ل}{۳} \times \frac{۴ل^{۲}}{۹} = \frac{ب\,ل^{۲}}{۵۴} \quad\ldots\ldots\ldots (۹)$$

اِس لیے معلوم ہوا کہ اعظم خماؤ کا معیار $\frac{ب\,ل^{۲}}{۵۴}$ ہے اور فصل کے $\frac{۱}{۳}$ پر واقع ہوتا ہے۔

[دیکھو بوجھ کے طول $\frac{ل}{۲}$ کی صورت میں اعظم خماؤ کا معیار $\frac{ب\,ل^{۲}}{۳۲}$ حاصل ہوا تھا]

اِس طرح اعظم خماؤ کے معیار کے نقشے اس طرح کے حاصل ہوں گے جیسے کہ شکل میں دکھائے گئے ہیں۔ نقطہ دار نقشہ اِس صورت کے لیے ہے

کہ بوجھ دوسری طرف سے آئے۔

کمانیں

کمان کو یہ سمجھا جاسکتا ہے کہ مقلوب معلق پل ہے (یا اس کے برعکس معلق پل کو مقلوب کمان سمجھا جاسکتا ہے) معلق پل میں رسا تناؤ میں ہوتا ہے اور کمان فشار میں ہوتی ہے۔ بوجھ کا کوئی نظام دیا ہو تو اُس کے لیے ایک نظری کمان ایسی تجویز کی جاسکتی ہے جو صرف فشار میں ہو۔ اس کمان کا مرکزی خط ہم آگے چل کر دکھائینگے کہ اس رسیمانی کثیر الاضلاع پر منطبق ہوگا جو کمان کے اندر کے دھکیل کے افقی جزو تحلیلی کو قطبی فاصلہ مان کر کھینچا جائے۔

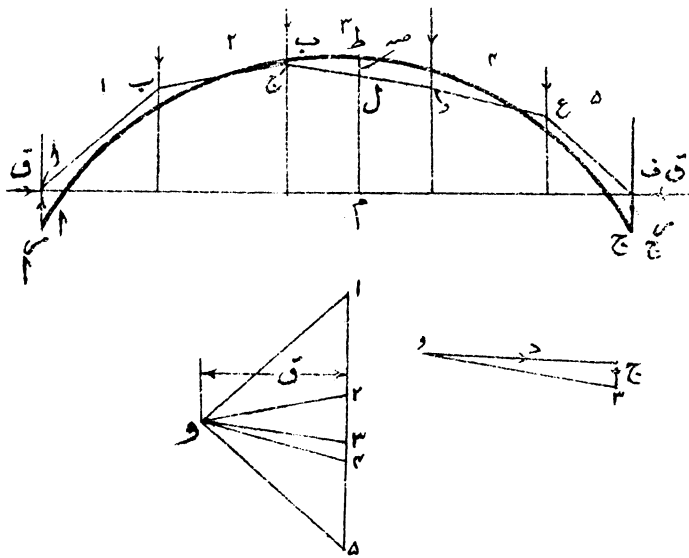
اگر کمان کو جوڑ دار کڑیوں سے بنایا جائے جیسا کہ رسے میں ہوتا ہے تو کمان تعادل میں تو ہوگی لیکن یہ تعادل غیر قایم ہوگا کیونکہ اگر بوجھ میں کوئی تبدیلی ہو تو اس کی شکل بگڑ جائیگی۔ اس لیے عمل میں کمان کو ایسا بنایا جاتا ہے کہ خماؤ کے معیار کو برداشت کر سکے۔

کمان تعمیر کی ایک بڑی قدیم قسم ہے اور ایک خوبصورتی کی چیز ہے اور ساتھ ہی بہت باکفایت بھی ہے۔

دباؤ کا خط یا خطی کمان — کسی دی ہوئی کمان کے لیے اس کے اوپر دیے ہوئے بوجھ کے لیے اگر ایک رسیمانی کثیر الاضلاع ایسے قطبی فاصلے کے ساتھ کھینچا جائے جو کمان میں کے افقی دھکیل کے مساوی ہو تو ایسا رسیمانی کثیر الاضلاع "دباؤ کا خط" یا "خطی کمان" کہلاتا ہے۔

اس سارے باب میں ہم دباؤ کا خط" کی اصطلاح استعمال کرینگے جیسا کہ ایسی ہی دوسری چیزوں کی بحث میں کر چکے ہیں (دیکھو صفحہ ۱۸۲)۔

ایڈی کا مسئلہ — فرض کرو کہ ا ب ج (شکل ۱۶۴)

ایک کمان کا مرکزی خط ہے جو کسی طور پر لدی ہوئی ہے اور فرض کرو کہ

شکل ۱۴۴ - کمانوں کے زور ـــــ ایڈی کا مسئلہ

دباؤ کا خط ا ب ج د ع ف ہے۔ کمان پر کوئی نقطہ ط لو اور اس میں سے ایک انتصابی خط کھینچو جو دباؤ کے خط کو ل پر قطع کرے اور خط ا ف کو م پر۔

تب ط پر خماؤ کا معیار = ل م × قطبی فاصلہ - ق کا معیار ط کے گرد

= ل م × ق - ق × ط م

= ق (ل م - ط م) = - ق × ط ل

= - ق × ص

اِس لیے معلوم ہُوا کہ کمان کے کسی نقطے پر خماؤ کا معیار

افقی ڈھکیل اور اس انتصابی مقطوع ع کے حاصلِ ضرب کے مساوی ہے جو کمان کے مرکزی خط اور دباؤ کے خط کے درمیان ہو۔

یہ ایڈی[1] کا مسئلہ ہے۔

کمان کے زور — کمان کے زور معلوم کرنے کے لیے نقطہ ط پر غور کرو اور پہلے متناظر دھکیل د ۳ کو دو سمتوں میں یعنی زیرِ غور نقطے پر کمان کے مرکزی خط کی جو سمت ہے اس کے متوازی اور علی القوائم تحلیل کرو۔ اس طرح ایک دھکیل د اور ایک جزی قوت ج حاصل ہوگی۔ تب اگر ب، مقِ ، زن ، زت کے معنی حسبِ دستور ہوں تو

$$\text{اعظم فشاری زور} = \text{زن} = \frac{\text{د}}{\text{ب}} + \frac{\text{م}}{\text{مقِ}}$$

$$= \frac{\text{د}}{\text{ب}} + \frac{\text{ق} \times \text{ع}}{\text{مقِ}} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{اعظم تنشی زور} = \text{زت} = \frac{\text{م}}{\text{مقِ}} - \frac{\text{د}}{\text{ب}}$$

$$= \frac{\text{ق} \times \text{ع}}{\text{مقِ}} - \frac{\text{د}}{\text{ب}} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\text{تراش پر اوسط جزی زور} = \frac{\text{ج}}{\text{ب}} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

اُفقی دھکیل (ق) کی دریافت — اوپر کے بیان سے

---

[1] Eddy

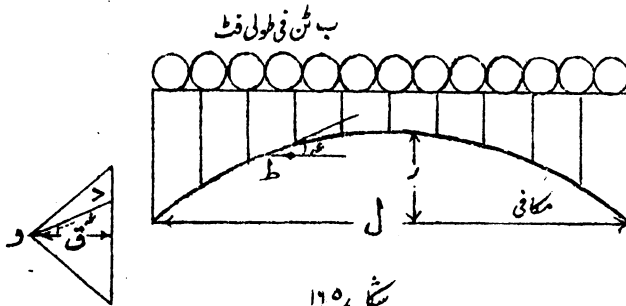
ظاہر ہے کہ جوں ہی کہ کمان کا افقی دھکیل ق دریافت ہوجائے کمان کے زور آسانی سے نکل آتے ہیں۔ کمانوں کی تجویز میں ساری مشکل اسی اُفقی دھکیل کی دریافت ہے۔ یہ تین صورتوں میں بالکل سادہ طریقے سے صحیح صحیح دریافت ہوسکتا ہے:-

(۱) مکافی کمان پر یکساں بوجھ۔
(۲) مکافی کمان پر یکساں بوجھ نصف فصل پر۔
(۳) تین کیلوں کی کمان۔

دوسری صورتوں میں افقی دھکیل استوار کمانوں کے نظریے کے ذریعے معلوم کرنا پڑتا ہے جس سے آگے چل کر بحث کی جائیگی۔ ابھی ہم ان سادہ صورتوں سے بحث کرینگے۔

مکافی کمان پر یکساں بوجھ (شکل ۱۶۵) ——— اس صورت میں دباؤ کا خط کمان کے مرکزی خط پر منطبق ہوتا ہے۔ اس لیے مرکز کے گرد

شکل ۱۶۵

مکافی کمان پر یکساں بوجھ

اُفقی دھکیل کا معیار مرکز پر کے خماؤ کے معیار یعنی $\frac{ب ل^2}{8}$ کے مساوی ہونا چاہیے۔

$$\therefore \quad ق \times ر = \frac{ب ل^2}{8}$$

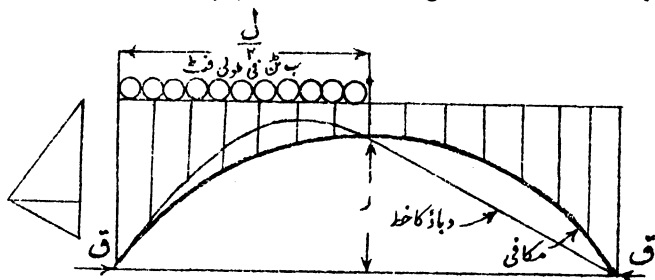
یا $ق = \frac{ب ل^2}{8 ر}$

اِس صورت میں کمان پر خماؤ کا میعار نہیں ہوگا اور کمان کے کسی نقطہ ط پر دھکیل د اس طرح حاصل ہوگا کہ سمتی نقشے میں و میں سے کمان کی ط پر کی سمت کے متوازی ایک خط کھینچا جائے جو اُفق سے زاویہ عہ بنائیگا دھکیل کو حساب کے ذریعے سے بھی معلوم کیا جا سکتا ہے کیونکہ

$د = ق \ قط \ عہ$

مکافی کمان پر نصف فصل پر یکساں بوجھ ــــــ تسائل سے لازم آتا ہے کہ پورے فصل پر یکساں بوجھ ہو تو دونوں نصف حصے افقی دھکیل کو پیدا کرنے میں مساوی حصہ لیں۔ اس لیے موجودہ صورت میں افقی دھکیل گزشتہ صورت کا نصف ہوگا۔ اِس لیے اِس صورت میں

$$ق = \frac{ب ل^2}{16 ر}$$

اور دباؤ کا خط وہ ہوگا جو شکل ۱۶۶ میں دکھایا گیا ہے۔

شکل ۱۶۶۔ مکافی کمان جس کے نصف پر یکساں بوجھ ہو

تین کیلوں کی کمان ــــــ اگر کمان تین کیل دار جوڑوں یا

قبضوں والی ہو (اکثر صورتوں میں ایک قبضہ چوٹی پر ہوتا ہے اور ایک ایک قبضہ دونوں بیل پایوں کے سروں یا نقاطِ جست پر ہوتا ہے) تو دباؤ کا خط اِن تینوں میں سے گزرنا چاہیے کیونکہ اِن پر خماؤ کا معیار واقع نہیں ہو سکتا۔ اِس کی مدد سے افقی دھکیل یوں معلوم کیا جائیگا:—

فرض کرو کہ ا ب ج (شکل ۱۶۷) ایک کمان ہے جس کو ا، ب، ج پر کیل دار جوڑ ہیں اور فرض کرو کہ اِس پر بوجھوں کا کوئی نظام ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ ہے۔ بوجھوں کو سمتی خط ۰، ۴ پر قائم کرو اور کوئی قطب ط لے کر رسیمانی کثیر الاضلاع ا ب ج د ع ف کھینچو۔ بہتر ہے کہ یہ کمان سے خوب اوپر یا نیچے ہو تاکہ خلط ملط نہ ہو جائے۔ خاتم ضلع ا ف کے متوازی ط لا کھینچو اور لا میں سے ایک افقی خط اور ط میں سے ایک انتصابی خط کھینچو۔ اِس طرح ایک نیا قطب ط حاصل ہوگا۔ اگر ط کو قطب مان کر ایک نیا رسیمانی کثیر الاضلاع کھینچا جائے تو معین تو وہی رہینگے جو پہلے کثیر الاضلاع ا ب ج د ع ف کے ہیں لیکن قاعدہ افقی ہو جائیگا۔

شکل ۱۶۷۔ تین کیلوں کی کمان

ج میں سے ایک انتصابی خط کھینچو جو ریسمانی کثیر الاضلاع کو گ، ھ پر اور راب کو د پر قطع کرے۔

تب اگر ط۲ لا پر ایک نقطہ د ایسا لیا جائے کہ دلا = $\frac{\text{ط}_2\text{لا} \times \text{گ ھ}}{\text{ج د}}$

تو ریسمانی کثیر الاضلاع ج میں سے گزریگا کیونکہ ریسمانی کثیر الاضلاع کے معین قطبی فاصلے کے بالعکس تناسب ہیں۔

اگر نئے قطب د کے ساتھ ریسمانی کثیر الاضلاع اب ج، د ع ب کھینچا جائے تو یہ ریسمانی کثیر الاضلاع دباؤ کا خط ہوگا اور د لا سے افقی دھکیل ق حاصل ہوگا۔ یعنی

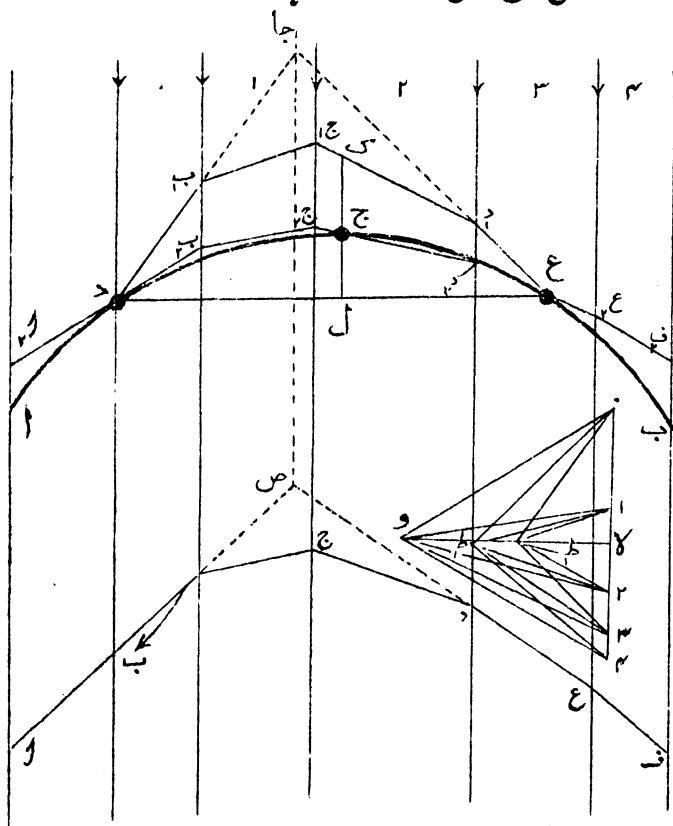
$$\text{ق} = \frac{\text{ط}_2\text{لا} \times \text{گ ھ}}{\text{ج د}}$$

اُفقی دھکیل اور دباؤ کا خط حاصل ہوجانے کے بعد زور حاصل ہوجائینگے جیسا کہ سمجھایا جاچکا ہے۔

اس طرح تین کیلوں کی کمانوں کا فائدہ یہ ہے کہ ان کے زور آسانی سے معلوم ہوسکتے ہیں۔ ان میں یہ بھی فائدہ ہے کہ تپش کی تبدیلی سے ان میں کوئی زور نہیں پیدا ہوتا۔ البتہ استوار کمانوں کے مقابلے میں ایک نقص یہ ہے کہ انصراف زیادہ ہوتا ہے۔

دباؤ کا خط کوئی تین نقطوں میں سے — اگرچہ تین کیلوں کی کمان میں جوڑ عملاً ہمیشہ چوٹی اور نقاط جست پر رکھے جاتے ہیں لیکن نظری طور پر یہ ضروری نہیں۔ بلکہ زور کم ہوجائینگے اگر ایک کیل چوٹی پر لگائی جائے اور باقی دو چوٹی اور نقاط جست کے درمیان۔ ذیل کے عمل سے ریسمانی کثیر الاضلاع کوئی تین نقطوں میں سے گزارا جاسکتا ہے، اور اس طرح تینوں کیلیں کہیں ہوں دباؤ کا خط حاصل کیا جاسکتا ہے۔

فرض کرو کہ ا ج ب شکل ۱۶۸ ایک کمان یا کوئی تعمیر ہے جس پر

بوجھ کا کوئی نظام ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ عمل کرتا ہے۔ اور فرض کرو کہ ریسمانی کثیر الاضلاع کو تین نقاط د، ج، ع میں سے گزارنا ہے۔

شکل نمبر ۱۶۸۔ ریسمانی کثیر الاضلاع تین دیے ہوئے نقطوں میں سے

بوجھوں کو ایک سمتی خط ۰، ۴ پر قایم کرکے اور کوئی قطب ط لے کر ریسمانی کثیر الاضلاع اب ج د ع ف کھینچو۔ بازو کے نقطے د اور ع جن رقبوں میں ہیں اُن میں کے اضلاع اب اور د ع کو خارج کرکے کسی نقطہ ص پر ملنے دو۔ ص میں کے انتصابی خط پر کوئی نقطہ جا لو اور جا د اور جا ع کو ملاؤ اور اِن کے متناظر (سمتی نقشے کے) نقطوں ۰ اور ۳ سے

جا د اور جا ع کے متوازی . ط۲ اور ۳ ط۲ کھینچو۔ اِس طرح ایک نیا قطب ط۲ حاصل ہوگا۔ اِس قطب کے ساتھ ریسمانی کثیر الاضلاع کا حصہ د ب۲ ج د۲ ع کھینچو۔

د ع کو ملاؤ اور ج میں سے انتصابی خط کھینچو جو د ع کو ل پر اور ریسمانی کثیر الاضلاع کو ک پر قطع کرے۔

اب ط۲ میں کے افقی خط پر ایک نیا قطب و ایسا لو کہ

$$\frac{د\,لا}{ط_2\,لا} = \frac{ک\,ل}{ج\,ل}$$

یعنی

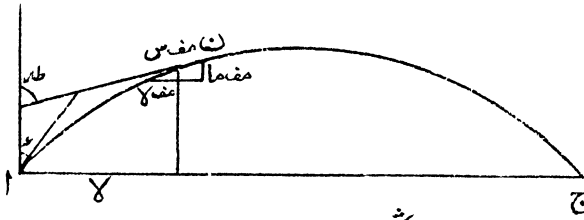
$$د\,لا = \frac{ک\,ل \times ط_2\,لا}{ج\,ل}$$

تب و کو قطب مان کر جو ریسمانی کثیر الاضلاع ا۲ ب۲ ج۲ د۲ ع۲ ف۲ کھینچا جائیگا وہ دیے ہوئے نقاط د، ج، ع میں سے گزریگا۔

تین کیلوں کی کمان پر متحرک بوجھ ——— تین کیلوں کی کمان پر بوجھ حرکت کرے تو خماؤ کے معیار وہی ہونگے جو کیل دار گرڈروں سے صلب کیے ہوئے معلق پُل میں ہوتے ہیں اس لیے منفرد اور یکساں بوجھوں کے لیے اشکال ۱۶۱ اور ۱۶۲ کے مطابق ہونگے۔

استوار کمانیں

فساد کی عام کیفیت ——— ہم پہلے وہ ربط معلوم کرینگے جو عام صورت میں کمان کی شکل اور اُس کے دھکیل اور خماؤ کے معیار کے درمیان پایا جاتا ہے اور اُس کے بعد کمان کی خاص قسموں پر اُس کا اطلاق کرینگے۔

فرض کرو کہ ایک بے فساد کمان ا ن ج (شکل ۱۶۹) پر کوئی نقطہ ن ہے جس کے محددِ لا اور ما ہیں اور فرض کرو کہ ن پر کمان کا میلان انتصابی سمت سے طہ ہے اور ا پر عہ ہے۔

شکل ۱۶۹۔ استوار کمانیں

ن پر کمان کے ایک چھوٹے سے طول مف س پر غور کرو۔ تب

$$ر = \frac{\text{مف س}}{\text{مف طہ}} \qquad \ldots\ldots (1)$$

جہاں ر نقطہ ن پر نصف قطرِ انحنا ہے اور مف طہ زیرِ بحث چھوٹے طول کے دونوں سروں پر کے مماسوں کا درمیانی زاویہ ہے۔

نیز

$$\text{مف لا} = \text{مف س} \times \text{جب طہ} = \text{ر جب طہ مف طہ} \qquad \ldots (2)$$

$$\text{مف ما} = \text{مف س} \times \text{جم طہ} = \text{ر جم طہ مف طہ} \qquad \ldots (3)$$

اگر فساد کے بعد مقداریں لاحقہ ۱ کے ساتھ رکھی جائیں تو

$$ر_1 = \frac{\text{مف س}_1}{\text{مف طہ}_1} \qquad \ldots\ldots (4)$$

$$\text{مف لا}_1 = \text{مف س}_1 \text{ جب طہ}_1 = \text{ر}_1 \text{ جب طہ}_1 \text{ مف طہ}_1 \qquad \ldots (5)$$

$$\text{مف ما}_1 = \text{مف س}_1 \text{ جم طہ}_1 = \text{ر}_1 \text{ جم طہ}_1 \text{ مف طہ}_1 \qquad \ldots (6)$$

$\therefore$ $\text{لا} - \text{لا}_1 = \text{لا} =$ ن کے افقی محل کی تبدیلی

$$= \frac{\text{ن}}{\text{م}}\left(\text{مف لا} - \text{مف لا}_1\right)$$

$$= \frac{\text{ن}}{\text{م}}\left(\text{مف س جب طہ} - \text{مف س}_1\ \text{جب طہ}_1\right)$$

$$= \frac{\text{ن}}{\text{م}}\left\{\text{مف س}\left(\text{جب طہ} - \text{جب طہ}_1\right) - \left(\text{مف س}_1 - \text{مف س}\right)\text{جب طہ}_1\right\}$$

$$= \frac{\text{ن}}{\text{م}}\left\{\text{مف س} \times ۲\ \text{جم}\left(\frac{\text{طہ} + \text{طہ}_1}{۲}\right)\text{جب}\left(\frac{\text{طہ} - \text{طہ}_1}{۲}\right) - \left(\text{مف س}_1 - \text{مف س}\right)\text{جب طہ}_1\right\}$$

$$= \frac{\text{ن}}{\text{م}}\left\{\text{مف س جم طہ}\left(\text{طہ} - \text{طہ}_1\right) - \left(\text{مف س}_1 - \text{مف س}\right)\text{جب طہ}_1\right\} \quad (۷)$$

کیونکہ طہ ۔ طہ۱ کے بہت چھوٹا ہونے کی وجہ سے ہم لکھ سکتے ہیں

$$\text{جم}\left(\frac{\text{طہ} + \text{طہ}_1}{۲}\right) = \text{جم طہ} \quad \text{اور} \quad \text{جب}\left(\frac{\text{طہ} - \text{طہ}_1}{۲}\right) = \frac{\text{طہ} - \text{طہ}_1}{۲}$$

ہم یہ ثابت کرچکے ہیں کہ عام خماؤ کے لیے

$$\frac{1}{\text{س}} - \frac{1}{\text{س}_1} = \frac{\text{م}}{\text{تے}}$$

$$\left(\frac{1}{\text{س}} - \frac{1}{\text{س}_1}\right) = \frac{\text{مف طہ}}{\text{مف س}} - \frac{\text{مف طہ}_1}{\text{مف س}_1}$$

$$= \frac{\text{مف طہ}}{\text{مف س}} - \frac{\text{مف طہ}_1}{\text{مف س}} + \frac{\text{مف طہ}_1}{\text{مف س}} - \frac{\text{مف طہ}_1}{\text{مف س}_1}$$

$$= \frac{\text{مف طہ}}{\text{مف س}} - \frac{\text{مف طہ}_1}{\text{مف س}}\left(۱ - \frac{\text{مف س}_1 - \text{مف س}}{\text{مف س}_1}\right)$$

$$= \left(\frac{\text{مف طہ} - \text{مف طہ}_1}{\text{مف س}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۸)$$

کیونکہ $\frac{\text{مف س} - \text{مف س}_1}{\text{مف س}_1}$ دوسرے رتبہ کی مقدار ہے اور نظر انداز کی جا سکتی ہے

$$\therefore \text{مف طہ} - \text{مف طہ}_1 = \left(\frac{1}{\text{ہ}} - \frac{1}{\text{ہ}_1}\right)\text{مف س}$$

$$= \frac{\text{م}}{\text{۲ے}}\,\text{مف س}$$

$$\text{اب} \quad \text{طہ} = \text{عہ} + \sum_1^{\text{ن}} \text{مف طہ}$$

$$\text{طہ}_1 = \text{عہ}_1 + \sum_1^{\text{ن}} \text{مف طہ}_1$$

$$\therefore \text{طہ} - \text{طہ}_1 = (\text{عہ} - \text{عہ}_1) + \sum_1^{\text{ن}} \text{مف طہ} - \sum_1^{\text{ن}} \text{مف طہ}_1$$

$$= (\text{عہ} - \text{عہ}_1) + \sum_1^{\text{ن}} (\text{مف طہ} - \text{مف طہ}_1)$$

$$= (\text{عہ} - \text{عہ}_1) + \sum_1^{\text{ن}} \frac{\text{م}}{\text{۲ے}}\,\text{مف س} \quad \text{........ (۹)}$$

اب $\frac{\text{مف س} - \text{مف س}_1}{\text{مف س}}$ = مف س کی حدت فساد = $\frac{-\text{ق}}{\text{ے س}}$

جہاں ق دھکیل ہے، ے ینگ کا مقیاس اور س تراشی رقبہ۔
پہلے تقرب کے طور پر ہم لکھ سکتے ہیں ——

$$\frac{\text{مف س}_1 - \text{مف س}}{\text{مف س}} = \frac{+\text{ق}}{\text{ے س}} \quad \text{........ (۱۰)}$$

ان نتائج کو مساوات (۷) میں درج کرنے سے

$$\text{ل} = \sum_1^{\text{ن}} \left\{ \text{مف س}_1 \,\text{جب طہ}_1 - \frac{\text{ق}}{\text{ے س}}\,\text{مف س جم طہ} \times \left((\text{عہ} - \text{عہ}_1) + \sum_1^{\text{ن}} \frac{\text{م مف س}}{\text{۲ے}} \right) \right\}$$

$$= \sum_{1}^{\text{ن}} \left\{ \text{مف ما} \left((\text{ع} - \text{ع}_1) + \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}} \right) - \frac{\text{ق مف لا}_1}{\text{سے ر}} \right\} \quad \text{(۱۱)}$$

$$= (\text{ع} - \text{ع}_1) \sum_{1}^{\text{ن}} \text{مف ما} + \sum_{1}^{\text{ن}} \left\{ \text{مف ما} \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}} \right\} - \frac{\text{ق مف لا}_1}{\text{سے ر}}$$

ہم آگے چل کر دکھائینگے کہ مقدار $\frac{\text{ق مف لا}_1}{\text{سے ر}}$ مقابلۃً ایک چھوٹی مقدار ہے۔

اِس لیے اِس کی بجائے $\frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے ر}}$ رکھا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے سے

$$\text{لا} = (\text{ع} - \text{ع}_1)\,\text{ما} + \sum_{1}^{\text{ن}} \left\{ \text{مف ما} \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}} \right\} - \frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے ر}} \quad \text{(۱۲)}$$

$$\text{اب} \quad \sum_{1}^{\text{ن}} \left\{ \text{مف ما} \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}} \right\} = \text{ما} \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}} - \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر ما مف س}}{\text{سے آ}}$$

منحنی $\sum \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}}$ کو ما کے اساس پر ترسیم کرنے سے یہ اچھی طرح واضح ہوجائیگا (شکل نمبر ۱۷)۔

$$\text{اِس طرح} \quad \text{لا} = \text{ما} \left(\text{ع} - \text{ع}_1 + \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}} \right) - \left\{ \sum_{1}^{\text{ن}} \frac{\text{مر ما مف س}}{\text{سے آ}} + \frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے آ}} \right\} \quad \text{(۱۳)}$$

شکل نمبر ۱۷

دیے ہوئے لداؤ کے تحت نقطہ ن کی اُفقی حرکت کا یہ عام جملہ ہے۔
اب انتصابی ہٹاؤ پر غور کرو۔

$$\text{ما} - \text{ما}_{۱} = \text{ن کے انتصابی محل کا تغیر}$$

$$= \text{ما} = \sum_{۱}^{\text{ن}} (\text{مف ما} - \text{مف ما}_{۱})$$

$$= \sum_{۱}^{\text{ن}} (\text{مف س جم طہ} - \text{مف س}_{۱} \text{ جم طہ}_{۱})$$

$$= \sum_{۱}^{\text{ن}} \left\{ \text{مف س}(\text{جم طہ} - \text{جم طہ}_{۱}) + (\text{مف س} - \text{مف س}_{۱}) \text{ جم طہ}_{۱} \right\}$$

$$= \sum_{۱}^{\text{ن}} \left\{ \text{مف س} \times ۲ \text{ جب} \frac{\text{طہ} + \text{طہ}_{۱}}{۲} \times \text{جب} \frac{\text{طہ} - \text{طہ}_{۱}}{۲} + (\text{مف س} - \text{مف س}_{۱}) \text{ جم طہ}_{۱} \right\}$$

$$= \sum_{۱}^{\text{ن}} \left\{ (\text{طہ}_{۱} - \text{طہ}) \text{ مف س جب طہ} + (\text{مف س} - \text{مف س}_{۱}) \text{ جم طہ}_{۱} \right\}$$

سابقہ استدلال سے یہ جملہ

$$= \sum_{۱}^{\text{ن}} \left\{ \left(\text{عہ} - \text{عہ}_{۱} - \sum_{۱}^{\text{ن}} \frac{\text{هر مف س}}{\text{سے ۲}} \right) \text{مف لا} - \frac{\text{ق مف ما}}{\text{سے س}} \right\}$$

$$= -\text{لا} \left(\text{عہ} - \text{عہ}_{۱} + \sum_{۱}^{\text{ن}} \frac{\text{هر مف س}}{\text{سے ۲}} \right) + \sum_{۱}^{\text{ن}} \left\{ \frac{\text{هر لا مف س}}{\text{سے ۲}} - \frac{\text{ق مف ما}}{\text{سے س}} \right\} \quad (\text{۱۳ ج})$$

اِس سے دیے ہوئے لداؤ کے تحت نقطہ ن کی انتصابی حرکت کا عام جملہ حاصل ہوتا ہے۔

اب ذیل کی خاص صورتوں پر غور کرو۔

دو کیلوں کی کمان یعنی ایسی کمان جس کو دو کیل جوڑ ا اور ب پر ہوں۔ اِس صورت میں چونکہ فصل غیر امتداد پذیر ہے اِس لیے نقطہ ب کے لیے

لا = ۰ اور ما = ۰

یعنی نقطہ ب کے لیے

$$\text{۰} = -\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \left\{ \frac{\text{مر ما ف س}}{\text{سے آ}} + \frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے س}} \right\} \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۱۴})$$

شکل ۱۷۱۔ دو کیلوں کی کمان

اب ہر لداؤ اور افقی دھکیل پر منحصر ہے۔

فرض کرو کہ ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ بوجھ کا انتظام ہے (شکل ۱۷۱)، اور ا ب ج د ع ف کڑیوں کا کثیر الاضلاع ہے جو ایک آزمایشی قطبی فاصلہ ف کے ساتھ کھینچا گیا ہے۔ نیز فرض کرو کہ نقطہ ن پر کڑیوں کے کثیر الاضلاع کا معین م ہے۔

تب اگر ف افقی دھکیل ہے تو نقطہ ن پر خماؤ کا معیار

$$= \text{مر} = \text{ف} \times \text{ما} - \text{ف} \times \text{م}$$

$$\therefore \int \frac{\text{مر ما ف س}}{\text{سے آ}} = \int \frac{\text{ف ما}^2\text{ف س}}{\text{سے آ}} - \int \frac{\text{ف م ما ف س}}{\text{سے}}$$

∴ مساوات (۱۴) سے

$$\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \frac{\text{ف ما}^{۲}\text{ مف س}}{\text{آ ے}} - \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \frac{\text{ف م ما مف س}}{\text{آ ے}} + \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \frac{\text{ق مف لا}}{\text{ے ی}} = ۰$$

یعنی $\text{ف} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \frac{\text{ما}^{۲}\text{ مف س}}{\text{گ}^{۲}} - \text{ف} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \frac{\text{م ما مف س}}{\text{گ}^{۲}} + \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ق مف لا} = ۰$

∴ گ کو مستقل فرض کریں تو

$$\text{ف} = \frac{\text{ف} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{م ما}}{\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما}^{۲}} - \frac{\text{گ}^{۲} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ق مف لا}}{\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما}^{۲}\text{ مف س}} \quad \ldots\ldots (۱۵)$$

اب ہم دوسری رقم کے لیے ایک بالائی حد معلوم کرینگے ۔ چپٹی کمانوں کے لیے ق تقریباً ف کے مساوی ہے ۔

کمان کو مکافی مانیں تو $\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما}^{۲}\text{ مف س} = ۲ \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما مف س} \times \frac{\text{ما}}{۲}$

$= ۲ \times$ رقبے کا پہلا معیار قاعدہ اب کے گرد (تقریباً)

$$= ۲ \times \frac{۴ \text{ ل ر}^{۲}}{۱۵} = \frac{۸ \text{ ل ر}^{۲}}{۱۵}$$

$$\therefore \frac{\text{گ}^{۲} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ق مف لا}}{\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما}^{۲}\text{ مف س}} = \frac{\text{گ}^{۲}\text{ ف ل}}{\frac{۸ \text{ ل ر}^{۲}}{۱۵}} = \frac{۱۵ \text{ گ}^{۲}}{۸ \text{ ر}^{۲}} \text{ ف} \quad (\text{تقریباً})$$

اس کو (۱۵) میں مندرج کرنے سے

$$\therefore \text{ف} = \frac{\text{ف} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{م ما}}{\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما}^{۲}} - \frac{\text{ف} \times ۱۵ \text{ گ}^{۲}}{۸ \text{ ر}^{۲}}$$

یا $\text{ف} = \frac{\text{ف} \int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{م ما}}{\int_{\text{ا}}^{\text{ب}} \text{ما}^{۲}} \times \frac{۱}{\left(۱ + \frac{۱۵}{۸} \frac{\text{گ}^{۲}}{\text{ر}^{۲}}\right)} \quad \ldots\ldots (۱۶)$

مقدار $\frac{۱}{۱ + \frac{۱۵}{۸} \frac{\text{گ}^{۲}}{\text{ر}^{۲}}}$ کو بہت سے مصنفین حذف کر کے حسب ذیل ضابطہ رکھتے ہیں

$$ف = \frac{ف \frac{ب}{ا} م ما}{\frac{ب}{ا} ما^۲} \qquad \dots\dots\dots\dots (۱۷)$$

ف معلوم کرنے کا عمل — دیکھو کسی دو کیلوں کی کمان میں

افقی ڈھکیل معلوم کرنے کے لیے پہلے دباؤ کا ایک آزمایشی خط قطبی فاصلہ ف کے ساتھ کھینچنا ہوگا اور اس کے بعد متعدد انتصابی خطوط کھینچنے چاہییں جو کمان پر چند مساوی حصے قطع کریں مثلاً ۱۰ یا ۲۰۔ اس کے بعد کمان کے اور دباؤ کے آزمایشی خط کے معینوں کے حاصل ضربوں کو جمع کیا جاتا ہے اور کمان کے معینوں کے مربعوں کو علیحدہ جمع کیا جاتا ہے۔ ان مجموعوں کو علی الترتیب بوجھ کمان حاصل جمع اور کمان مربع حاصل جمع کہا جاتا ہے۔

$$افقی ڈھکیل = ف \times \frac{بوجھ کمان حاصل جمع}{کمان مربع حاصل جمع} \quad (تقریباً)$$

یا اگر زیادہ صحت مطلوب ہو تو مساوات (۱۶) استعمال کی جا سکتی ہے۔

اس قطبی فاصلے کے ساتھ کڑیوں کا کثیر الاضلاع کھینچا جائے تو دباؤ کا حقیقی خط حاصل ہوتا ہے اور اس سے زور صفحہ ۵۲۹ کے مطابق حاصل ہوں گے۔

اگر کمان مکافی ہے تو $\frac{ب}{ا}$ ما مف س کی قیمت $\frac{۸ ر^۲ ل}{۱۵}$ ہے۔

تپش کے تغیرات سے دو کیلوں کی کمان میں ڈھکیل۔

فرض کرو کہ تعمیر کے وقت کمان کی جو تپش تھی اُس سے اب تپش ت درجے زیادہ ہے اور فرض کرو کہ مادے کے پھیلاؤ کی شرح یہ ہے۔ فرض کرو کہ تپش کے

اضافے کی وجہ سے افقی ڈھکیل فِ پیدا ہوتا ہے۔ تب اگر پھیلاؤ کی آزادی ہوتی تو فصل ل (۱ + بہ ت) = ل + ل بہ ت ہو جاتا لیکن چونکہ سہارے فصل کو ثابت رکھتے ہیں اس لیے اس سے وہی زور پیدا ہونگے جو ایک سہارے کو اندر کی طرف ل بہ ت کے بقدر حرکت دینے سے پیدا ہوتے

یعنی مساوات (۱۳) کے عام جملے کے حوالے سے

$$\text{لا} = -\text{ل به ت} = \text{ما}\left(\text{ع} - \text{ع}_{۱} + \sum_{۱}^{\text{ب}} \frac{\text{مر مف س}}{\text{سے آ}}\right)$$

$$-\sum_{۱}^{\text{ب}} \left\{ \frac{\text{مر ما مف س}}{\text{سے آ}} + \frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے ر}} \right\}$$

$$= ۰ - \sum_{۱}^{\text{ب}} \frac{\text{مر ما مف س}}{\text{سے آ}} - \sum_{۱}^{\text{ب}} \frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے ر}}$$

موجودہ صورت میں صرف ایک قوت فِ عمل کر رہی ہے جس سے
مر = فِ ما اور اس طرح

$$\text{ل به ت} = \sum_{۱}^{\text{ب}} \frac{\text{فِ ما}^{۲}\text{مف س}}{\text{سے آ}} + \sum_{۱}^{\text{ب}} \frac{\text{ق مف لا}}{\text{سے ر}}$$

$$= \text{فِ} \sum \frac{\text{ما}^{۲}\text{مف س}}{\text{سے آ}} \left(۱ + \frac{۱۵\,\text{اگ}^{۲}}{۸\,\text{ر}^{۲}}\right) \text{ تقریباً}$$

(دیکھو صفحہ ۵۴۲)

$$\therefore \text{فِ} = \frac{\text{سے آ ل به ت}}{\sum \text{ما}^{۲}\text{مف س}\left(۱ + \frac{۱۵\,\text{اگ}^{۲}}{۸\,\text{ر}^{۲}}\right)} \quad \text{.........(۱۸)}$$

چھوٹی کمانوں کے لیے جن کے ابعاد ایسے ہوں کہ $\frac{5 \text{ اگ}}{\text{ر ر}}$ کو نظرانداز کیا جاسکے ہم مف س = مف لا لے سکتے ہیں۔

موجودہ صورت میں $\frac{\text{ل}}{\text{مف س}}$ = کمان کی وہ تعداد حصص جو کمان مربع حاصل جمع حاصل کرنے کے لیے اختیار کی گئی ہے = ن

$$\text{تب ف}_{\text{ی}} = \frac{\text{ے آ ن ی ت}}{\text{کمان مربع حاصل جمع}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱۹)$$

دوگونہ دربستہ (Built in) کمانیں

اب ایک ایسی کمان پر غور کرو جس کے سرے محل اور سمت دونوں کے لحاظ سے ثابت ہیں۔

صفحہ ۵۴۷ پر کی عام صورت میں جو ترقیم اختیار کی گئی ہے اسی کو استعمال کرنے سے نقطہ ب پر غور کرنے سے

$$\text{لا} = \cdot$$

$$\text{ما} = \cdot$$

$$\text{طہ} - \text{طہ}_{\text{۱}} = \cdot$$

نیز نقطہ ۱ پر غور کرنے سے عہ - عہ۱ = ۰

مساوات (۹) سے

$$\text{طہ} - \text{طہ}_{\text{۱}} = (\text{عہ} - \text{عہ}_{\text{۱}}) + \sum_{\text{۱}}^{\text{ب}} \frac{\text{مہ}}{\text{ے آ}} \text{ مف س}$$

اس لیے نقطہ ب پر اس کا اطلاق کرنے سے

$$\cdot = \cdot + \sum_{\text{۱}}^{\text{ب}} \frac{\text{مہ مف س}}{\text{ے آ}}$$

$$\text{یعنی } \sum_{\text{۱}}^{\text{ب}} \text{مہ مف س} = \cdot \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲۰)$$

مساوات (۱۳) سے

$$\sum_{1}^{ب} \left\{ \frac{م ما مف س}{سے آ} + \frac{ق مف ۂ}{سے ر} \right\} = \text{........} (۲۱)$$

دوسری رقم کو نظر انداز کرنے سے

$$\sum_{1}^{ب} م ما مف س = ۰ \text{ .... } (۲۲)$$

اِسی طرح مساوات (۱۳ا) سے

$$\sum_{1}^{ب} م لا مف س = ۰ \text{ .... } (۲۳)$$

اب فرض کرو کہ ا، ب، ج، د، ع (شکل ۱۷۲ ء) کڑیوں کا ایک آزمایشی کثیر الاضلاع ہے جو قطبی فاصلہ ف کے ساتھ کھینچا گیا ہے اور فرض کرو کہ ع ع ایک ایسا خط ہے (اِس خط کو تحویل شدہ فاعلہ کہا جاتا ہے) کہ Σ ص = ۰ اور Σ ص لا = ۰۔

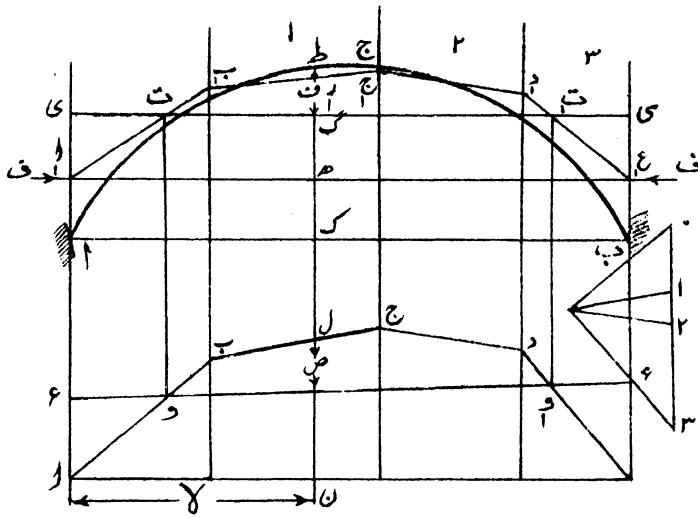
فرض کرو کہ ا ب ج د ع کمان کا حقیقی دباؤ کا خط ہے اور ی ی کمان کا تحویل شدہ قاعدہ۔ اور فرض کرو کہ تحویل شدہ قاعدہ ع ع کڑیوں کے آزمایشی کثیر الاضلاع کو نقاط د، و پر قطع کرتا ہے جن کو انتصاباً اوپر کو تظلیل کرنے سے ی ی پر نقاط ت، ت حاصل ہوتے ہیں تب یہ نقاط ت، ت دباؤ کے حقیقی خط پر واقع ہونے چاہییں کیونکہ یہ محض ایک مختلف انتصابی پیمانے پر کھینچا ہوا کڑیوں کا آزمایشی کثیر الاضلاع ہے۔

اِس لیے جوں ہی کہ حقیقی افقی دھکیل ف معلوم ہو جائے ہم دباؤ کا حقیقی خط کھینچ سکتے ہیں کیونکہ اس کو نقاط ت اور ت میں سے گزرنا چاہیے۔

اب م مف س = ف (ط ھ - ف ھ) مف س

= ف مف س (ط گ - ف گ)

= (ف . ط گ - ف × ص) مف س

شکل ۱۷۲
دربستہ سروں کی کمان

∴ Σ م = ف Σ طگ مف س ۔ ف Σ ص مف س

= ۰ کیونکہ ۶۶ اور ی ی تحویل شدہ قاعدے ہیں۔

اس لیے مساوات (۲۰) پوری ہو گئی۔

نیز Σ م ۷ مف س = ف Σ طگ × ۷ مف س

۔ ف Σ ص × ۷ مف س

= ۰

اس لیے مساوات (۲۳) پوری ہو گئی۔

مساوات (۲۲) سے

$\int_{ا}^{ب}$ م ما مف س = ۰

$$\therefore \text{مج}_{ا}^{ب} (\text{ف} \times \text{طگ} - \text{ف ص}) \, \text{ما ف س} = ۰$$

$$\therefore \text{ف} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{طگ} = \text{ف} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ص}$$

$$\therefore \text{ف} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ر}_{ا} = \text{ف} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ص}$$

$$\therefore \text{ف} = \frac{\text{ف} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ص}}{\text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ر}_{ا}} \quad \ldots\ldots\ldots (۲۴)$$

اب اگر کمان متشاکل ہو تو گ ک مستقل ہوگا اور

$$\text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ر}_{ا} = \text{مج}_{ا}^{ب} (\text{ر}_{ا} + \text{گ ک}) \, \text{ر}_{ا} = \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا}^{۲} + \text{گ ک} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا}$$

$$= \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا}^{۲} + ۰ = \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا}^{۲}$$

$$\text{مج}_{ا}^{ب} \text{ما} \times \text{ص} = \text{مج}_{ا}^{ب} (\text{ر}_{ا} + \text{گ ک}) \, \text{ص} = \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا} \times \text{ص} + \text{گ ک} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ص}$$

$$= \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا} \times \text{ص} + ۰ = \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا} \times \text{ص}$$

$$\therefore \text{ف} = \frac{\text{ف} \, \text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا} \times \text{ص}}{\text{مج}_{ا}^{ب} \text{ر}_{ا}^{۲}} \quad \ldots\ldots\ldots (۲۵)$$

یہ وہی جملہ ہے جو دو کیلوں کی کمان کے لیے حاصل ہوا تھا لیکن اس فرق کے ساتھ کہ معین ر اور ص تحویل شدہ قاعدوں سے ناپے جاتے ہیں۔

$$\therefore \text{ف} = \frac{\text{ف} \times \text{تحویل شدہ بوجھ کمان حاصل جمع}}{\text{تحویل شدہ کمان مربع حاصل جمع}}$$

اِس لیے معلوم ہوا کہ تحویل شدہ قاعدے معلوم ہو جائیں تو عمل بالکل گزشتہ صورت کی طرح ہو گا۔ اِس طرح جب ف معلوم ہو جائے تو دباؤ کا خط ف‌ی اور ف‌ا میں سے کھینچا جاتا ہے اور زور حسبِ دستور حاصل کیے جاتے ہیں۔

جملہ (۲۵) کو دوکیلوں کی کمان کی طرح زیادہ صحت کے ساتھ یوں لکھا جاسکتا ہے:۔

$$\text{ف} = \frac{\text{ف}_{\text{ب}}\, \bar{\text{ح}}^{\text{ب}}_{۱}\, \text{ر}_{۱} \times \text{ص}}{\text{ر}^{۲}_{۱}\, \bar{\text{ح}}^{\text{ب}}_{۱}} \cdot \frac{۱}{\left(۱ + \frac{۴۵\,\text{گ}^{۲}}{۴\,\text{ر}^{۲}}\right)}$$

یہ اصلاحی مقدار زیرِ بحث صورت میں دوکیلوں کی کمان سے زیادہ اہم ہے۔

تحویل شدہ قاعدوں کی تعین —— اِن تحویل شدہ قاعدوں کا محل معین کرنے والی شرائط تقریباً وہی ہیں جو ثابت سروں کے شہتیر کے خاؤ کے معیار کے منحنی کی صورت میں ہوتی ہیں بشرطیکہ حصوں کی تعداد کافی بڑی ہو۔ اور اس طرح تحویل شدہ قاعدے کا محل اُسی طریقے پر معلوم ہوسکتا ہے جو صفحہ ۴۰۹ پر ثابت شہتیر کے لیے بیان کیا گیا ہے۔

متشاکل چپٹے منحنیوں میں (اور کمان تقریباً ہمیشہ ایسی ہی ہوگی) تحویل شدہ قاعدے کی بلندی اصلی قاعدے کے اوپر اوسط معین کے یعنی $\frac{\text{کمان اور قاعدے کے درمیان کا رقبہ}}{\text{فصل}}$ کے مساوی ہوگی اور مکافی کی کمان کی صورت میں $\frac{۲}{۳}$ ر کے مساوی ہوگی۔

دوگونہ دربستہ کمانوں میں تپش کی وجہ سے دھکیل

صفحہ ۵۴۳ کی طرح کے استدلال سے

$$-ل\ ب\ ت = -\ \sum_{ا}^{ب} \frac{م\ رما\ مف\ س}{ے\ آ} - \sum_{ا}^{ب} \frac{ق\ مف\ لا}{ے\ م}$$

موجودہ صورت میں بوجھ صرف ایک ہے اور وہ افقی ہے۔ اس طرح دباؤ کا خط تحویل شدہ قاعدے پر منطبق ہوگا۔

$\therefore$ تحویل شدہ قاعدہ تپش کے زوروں کے لیے دباؤ کا خط ہے۔

$\therefore$ $ف_{ت}$ قاعدے کے خط میں عمل کریگا۔

$$\therefore\ م = ف_{ت} \times ر$$

$$\therefore\ ل\ ب\ ت = ف_{ت} \sum_{ا}^{ب} \frac{ر\ رما\ مف\ س}{ے\ آ} + \sum \frac{ق\ مف\ لا}{ے\ م}$$

مف س = مف لا = $\frac{ل}{ن}$ لینے سے

$$ے\ آ\ ب\ ت = \left\{\frac{ف_{ت}}{ن} \sum_{ا}^{ب} رما\right\}\left(1 + \frac{۴۵\ گ^۲}{۴\ ر^۲}\right)$$

لیکن $\sum_{ا}^{ب} رما = \sum_{ا}^{ب} ر^۲$

$$\therefore\ ف_{ت} = \frac{ے\ آ\ ن\ ب\ ت}{\sum_{ا}^{ب} ر^۲ \left(1 + \frac{۴۵\ گ^۲}{۴\ ر^۲}\right)}$$

اگر حسب سابق $\frac{گ}{ر}$ کی رقوم کو نظر انداز کردیں تو

$$ف_{ت} = \frac{ے\ آ\ ن\ ب\ ت}{\text{تحویل شدہ کمان مربع حاصل جمع}}$$

اُستوار کمانوں پر متحرک بوجھ

اُستوار کمانوں پر متحرک بوجھوں سے بحث کرتے وقت یہ عام طور پر مان لیا جاتا ہے کہ اعظم زور اُس وقت واقع ہوتے ہیں جب کہ نصف فصل پر بوجھ چھایا ہو۔ اعظم زور کے لیے بوجھ فصل کے کتنے حصے پر چھایا ہو اس کی مقدار درحقیقت ارتفاع اور فصل کی باہمی نسبت پر اور بوجھ کی نوعیت پر منحصر ہے اور یہ بہت دقت طلب مسئلہ ہے۔ کمان دائری ہو اور بوجھ یکساں ہو تو اس کی قیمت تقریباً $\frac{5}{8}$ فصل کے مساوی ہوتی ہے۔ اکثر صورتوں میں نصف فصل کا مفروضہ کافی صحیح ہے اور اس میں آسانی یہ ہے کہ ساکن بوجھ سے پیدا ہونے والے دھکیل کے لیے علیحدہ حساب کرنے کی ضرورت نہیں ہوتی۔

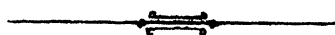
اگر ساکن بوجھ یکساں ہو اور اس کی حدت و ہو اور اس سے اُفقی دھکیل ف پیدا ہو اور اگر متحرک بوجھ یکساں اور حدت وا ہو اور اس سے اُفقی دھکیل ف۱ پیدا ہو جبکہ فصل نصف لدا ہو تو

$$ف_1 = \frac{و_1 ف}{2 و}$$

کمان کی نقشہ کشی پر نوٹ

معمولی مقابلۃً چپٹی کمانوں میں کمان کے مرکزی خط اور دباؤ کے خط کے درمیان فاصلہ بہت خفیف ہوگا اور اس طرح خماؤ کے معیاروں کی صحیح تعیین مشکل ہوگی۔ اس وجہ سے کمانوں کے زوروں سے بحث کرتے وقت مناسب یہ ہے کہ کمان کے انتصابی معینوں کو پانچ گنا یا دس گنا کھینچا جائے۔ (اس طرح دائری کمان ناقصی ہو جائیگی)۔ ایسا کرنے کے لیے دباؤ کے خط کے لیے قطبی فاصلے کو اسی نسبت میں گھٹا دینا چاہیے۔

جگہ کی قلت کی وجہ سے یہاں استوار کمانوں سے مکمل بحث نہیں کی جا سکی۔ اس کی مزید بحث تفصیل کے ساتھ اور متعدد خاص صورتوں کے لیے ضابطے اور نقشے دے کر مصنف کی کتاب "تعمیروں[۵] کے نظریہ اور تجویز کے مزید مسائل" میں کی گئی ہے۔
چنائی کی کمانوں سے آیندہ باب میں بحث کی گئی ہے۔

Chapman and Hall., Ltd., London ۵

چودھواں باب

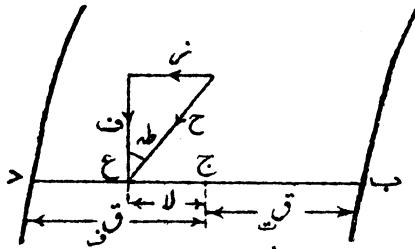
چنائی کی تعمیریں

قائمیت کی عام شرائط ——— چنائی کی تعمیریں عموماً اس طرح تجویز کی جاتی ہیں کہ جن بلاکوں پر تعمیر مشتمل ہے اُن کے درمیان صرف فشاری زور عمل کرے۔ اگرچہ گچ میں تھوڑی تنشی مضبوطی بھی ہے لیکن برطانوی دستور یہ ہے کہ گچ کی تنشی مضبوطی کو معدوم فرض کیا جائے اور نیز یہ کہ چنائی اور گچ کے درمیان چپک نظر انداز کیے جانے کے قابل ہے۔ یعنی جز یا مماسی زور چنائی اور چنائی کے درمیان کی طبعی رگڑ سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔ اِس طرح حسبِ ذیل شرائط حاصل ہوتی ہیں جو چنائی کی تعمیروں میں پوری ہونی چاہییں۔

(۱) کسی تراش پر تنشی زور نہیں ہونا چاہیے۔

(۲) اعظم فشاری زور شے کے بے خطر زور کی حد کے اندر ہونا چاہیے۔

(۳) جزی زور چنائی کے درمیان کی طبعی رگڑ سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

شکل ۱۷۳

شرط ۱۔ فرض کرو کہ د ب (شکل ۱۷۳) ایک چنائی کی تعمیر کی تراش کو تعبیر کرتا ہے۔ ج مرکزِ ہندسی ہے۔ اور فرض کرو کہ دباؤ کا خط

(دیکھو صفحہ ۱۸۲) تراش کو بوجہ نقطہ ع پر قطع کرتا ہے اور ح تراش پر حاصل قوت ہے۔ تب ح کو جزی قوت ش اور راست دباؤ ف میں تحلیل کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح راست فشاری مربع پر $= \frac{ف}{س}$ جہاں س = تراش کا رقبہ۔

ایک خماؤ کا معیار بھی ہوگا جس کی مقدار ف × ج ع = ف × لا ہوگی اور اگر تراش کا گردشی نصف قطر گ ہو تو خماؤ کی وجہ سے فشاری زور

$$\frac{م}{مق_ن} = \frac{ف \times لا \times ق_ن}{س گ^2} \quad \text{اور تنشی زور} \quad \frac{م}{مق_ت} = \frac{ف \times لا \times ق_ت}{س گ^2}$$

ہوگا۔

$$\text{اس لیے مرکب فشاری زور} = ز_ن = \frac{ف}{س} + \frac{ف\ لا\ ق_ن}{س گ^2}$$

$$= \frac{ف}{س}\left(1 + \frac{لا\ ق_ن}{گ^2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{مرکب تنشی زور} = ز_ت = \frac{ف\ لا\ ق_ت}{س گ^2} - \frac{ف}{س}$$

$$= \frac{ف}{س}\left(\frac{لا\ ق_ت}{گ^2} - 1\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ہماری پہلی شرط یہ ہے کہ تنشی زور معدوم ہو۔

$\therefore$ $\frac{لا\ ق_ت}{گ^2} - 1$ منفی ہونا چاہیے

یا $\frac{لا\ ق_ت}{گ^2}$ چھوٹا ہونا چاہیے ۱ سے

یا لا ” ” $\frac{گ^2}{ق_ت}$ سے

یعنی لا کی اعظم قیمت $= \frac{گ^2}{ق_ت}$ .... (۳)

اب ذیل کی خاص صورتوں پر غور کرو (شکل ۱۷۴):

(ا) ٹھوس مستطیلی تراش ـــــ یہ چنائی میں سب میں زیادہ عام صورت ہے۔

اگر د ب = ض، تو $گ^2 = \frac{ض^2}{۱۲}$

اور $ق_ن = ق_ت = \frac{ض}{۲}$

∴ حد کے متعلق شرط ہوئی $لا = \frac{ض^2}{۱۲} \times \frac{۲}{ض} = \frac{ض}{۶}$

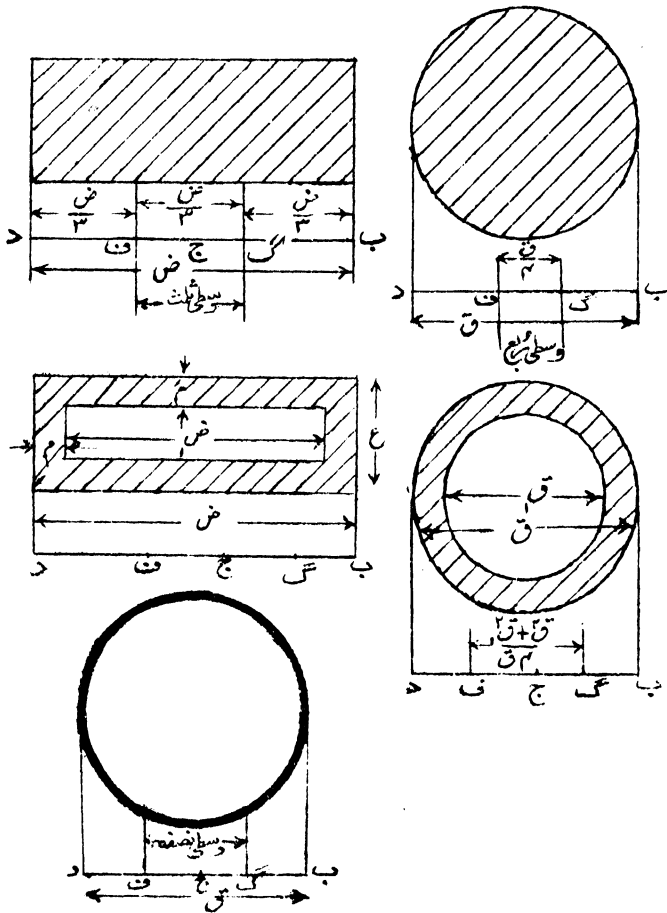
یعنی ع نقاط ف اور گ کے درمیان کہیں واقع ہو سکتا ہے۔ ان نقاط کا باہمی فاصلہ $= \frac{ض}{۳}$، حصہ ف گ کو تراش کا وسطی ثلث کہا جاتا ہے۔ اس طرح ع کو وسطی ثلث کے اندر واقع ہونا چاہیے۔ یہ **"وسطی ثلث کا قانون"** کہلاتا ہے۔

اس قانون کے متعلق یہ یاد رہے کہ یہ صرف مستطیلی تراشوں کے لیے درست ہے۔ چنائی کی تمام تعمیروں کے لیے نہیں جیسا کہ بعض اوقات سمجھا جاتا ہے۔

(ب) ٹھوس مستدیر تراش ـــــ اگر ق دائرے کا قطر ہے تو $گ^2 = \frac{ق^2}{۱۶}$ اور $ق_ن = ق_ت = \frac{ق}{۲}$

∴ ہماری حد کی شرط ہوگی $لا = \frac{ق^2}{۱۶} \times \frac{۲}{ق} = \frac{ق}{۸}$

∴ ع نقاط ف اور گ کے درمیان کہیں واقع ہو سکتا ہے

شکل ۱۷۴
چنائی کی تعمیریں

جن کا درمیانی فاصلہ = $\frac{\text{ق}}{\text{۴}}$ اس لیے اس صورت میں دباؤ کا خط تراش کے وسطی ربع کے اندر واقع ہونا چاہیے۔

(ج) کھوکھلی مستطیلی تراش ——— فرض کرو کہ تراش ایک کھوکھلا مستطیل ہے جو شکل میں دکھایا گیا ہے۔ تب

$$\text{گ}^2 = \frac{\text{ع ض}^3 - (\text{ع} - 2\text{م})(\text{ض} - 2\text{م})^3}{12\left\{\text{ع ض} - (\text{ع} - 2\text{م})(\text{ض} - 2\text{م})\right\}}$$

اور ف گ اس سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

(د) کھوکھلی مستدیر تراش ——— فرض کرو کہ تراش ایک حلقہ ہے جس کا اندرونی نصف قطر ق_1 اور بیرونی نصف قطر ق ہے۔ تب

$$\text{گ}^2 = \frac{\text{ق}^4 - \text{ق}_1^4}{16(\text{ق}^2 - \text{ق}_1^2)} = \frac{\text{ق}^2 + \text{ق}_1^2}{16}$$

∴ اس صورت میں $\text{لا} = \frac{\text{ق}^2 + \text{ق}_1^2}{16} \times \frac{2}{\text{ق}} = \frac{\text{ق}^2 + \text{ق}_1^2}{8\,\text{ق}}$

$$\therefore \text{ف گ} = \frac{\text{ق}^2 + \text{ق}_1^2}{4\,\text{ق}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

اگر حلقہ پتلا ہو تو ف گ کی قیمت تقریباً حسب ذیل ہوگی:—

$$\frac{2\,\text{ق}^2}{4\,\text{ق}} = \frac{\text{ق}}{2}$$

اس لیے اس صورت میں دباؤ کا خط تراش کے وسطی نصف کے اندر واقع ہونا چاہیے۔

شرط ۲ ——— اگر دباؤ کا خط انتہائی محل میں ہے اور تراش تشاکل ہے جس کی وجہ سے $\text{ق}_{\text{ن}} = \text{ق}_{\text{ی}}$ تو

مساوات (۱) سے نن کی قیمت $= \frac{ف}{س}\left(۱ + \frac{لا\,ق\,ت}{ص^{۲}}\right)$

$$= \frac{ف}{س}\left(۱+۱\right)$$

$$= \frac{۲ف}{س} \quad \dots\dots\dots\dots (۵)$$

مستطیلی تراشوں میں نن $= \frac{ف}{س}\left\{۱ + \frac{\frac{لا\,ض}{۲}}{\frac{ض^{۲}}{۱۲}}\right\}$

$$= \frac{ف}{س}\left(۱ + \frac{۶\,لا}{ض}\right) \quad \dots\dots\dots\dots (۶)$$

اس لیے اِس صورت میں دوسری شرط یہ ہوئی کہ $\frac{۲ف}{س}$ شے کے بے خطر فشاری زور کی حدود کے اندر ہو۔

شرط ۳ - اگر شے کی رگڑ کی قدر مہ ہو تو رگڑ کی قوت = مہ ف

∴ ج > نہیں ہونا چاہیے مہ ف

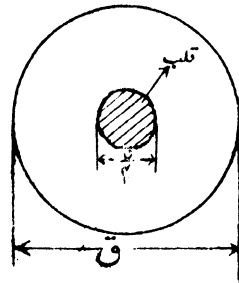
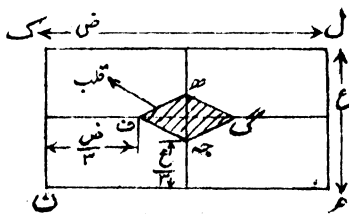
∴ $\frac{ج}{ف}$ > " " " مہ

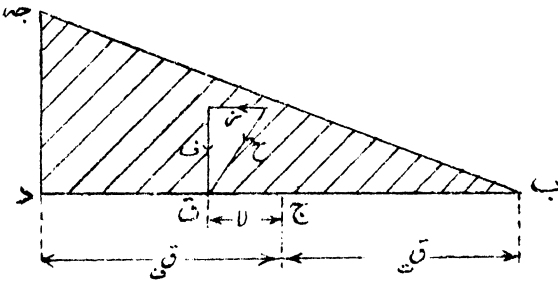
یعنی مس طہ > " " " مہ

لیکن اگر مس فہ = مہ تو فہ رگڑ کا زاویہ کہلاتا ہے۔ اِس طرح شرط یہ ہوگئی کہ طہ چنائی پر چنائی کی رگڑ کے زاویے سے بڑا نہیں ہونا چاہیے۔ یہ زاویہ چنائی کی مختلف اقسام کے لیے مختلف ہوتا ہے لیکن ۳۰° کے قرب وجوار میں ہوتا ہے۔ بعض مصنفین اس کی قیمت ۴۴° تا ۴۸° بتاتے ہیں۔

اکثر صورتوں میں یہ پایا جائیگا کہ اگر پہلی شرط پوری ہو جائے تو دوسری دونوں بھی پوری ہو جائینگی۔

قلب ــــــ ایک لچک دار شے کی کوئی تراش دی ہوئی ہو تو

اس تراش کے اندر ایک رقبہ ایسا ہوگا کہ اگر دباؤ کا خط اس کے اندر واقع ہو تو شے میں تنشی زور پیدا نہیں ہوگا اور اس کے باہر واقع ہو تو تنشی زور پیدا ہوگا۔ یہ رقبہ تراش کا قلب کہلاتا ہے
یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ "اگر تعدیلی محور ایک نقطے کے گرد گھومے تو بوجھ نقطہ ایک خطِ مستقیم میں حرکت کریگا"
اگر بوجھ نقطہ قلب کے کنارے پر واقع ہو تو تراش کے کنارے پر زور صفر ہو گا (دیکھو شکل ۱۷۶ء) اور اس طرح تعدیلی محور کنارے پر ہوگا۔ اب مستطیلی تراش ک ل م ن (شکل ۱۷۵ء) پر غور کرو۔ جب تعدیلی محور خط ل م پر ہو تو ف بوجھ نقطہ ہوگا اور جب تعدیلی محور خط ک ل پر ہو تو بوجھ نقطہ جھ ہوگا۔ اور اس طرح تعدیلی محور کے نقطہ ل کے گرد گھومنے سے بوجھ نقطہ خط ف جھ پر حرکت کریگا۔ اس لیے مستطیل کے لیے قلب ایک ہیرا نما شکل ہوگی جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔
دائرے کے لیے، قلب ایک دائرہ قطر $\frac{ق}{۴}$ کا ہوگا۔
دیگر تراشوں کے لیے قلب آسانی سے معلوم کیا جا سکتا ہے لیکن چنائی کی سب میں عام تراشیں مستطیل اور دائرہ ہی ہیں۔

شکل ۱۷۵ء۔ تراش کا قلب

تراش پر زور کی تقسیم ـــــ چنائی کی تعمیر کی کسی تراش پر خماؤ اور راست زور کے اجتماع کی صورت میں زور کی تقسیم وہ ہوئی جو صفحہ ۲۱۷ پر دکھائی گئی ہے۔

شکل ۱۷۶

اگر دباؤ کا خط انتہائی محل میں ہو اور اس طرح تراش پر تناؤ عین آنے کو ہو تو زوروں کی تقسیم شکل ۱۷۶ کے مطابق ہوگی۔

اور اگر ق = ق جیسا کہ عام طور پر ہوتا ہے تو

دجہ = ۲ف / ہ

چنائی کی تعمیروں کے نظریے کی دقتیں

—— چنائی کی تعمیروں کی قائمیت پر پہلی شرط کا اطلاق کرتے ہوئے یعنی یہ کہ تنشی زور معدوم ہو یہ یاد رہے کہ وسطی ثلث کا قاعدہ جو مستطیلی تراشوں کے لیے ہے اور دیگر تراشوں کے متناظر قاعدے اس مفروضے پر مبنی ہیں کہ چنائی ایک لچک دار شے ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ یہ مفروضہ حق بجانب نہیں۔ اس لیے کوئی تعجب کی بات نہیں کہ اکثر مصنفین ان قوانین کو ناقابلِ اطمینان بتاتے ہیں۔ ان قوانین کو عام طور پر سلامتی کی جانب سمجھا جاتا ہے اور بعض ماہرین کا خیال ہے کہ مستطیلی تراشوں میں دباؤ کا خط وسطی نصف کے اندر بحفاظت واقع ہو سکتا ہے۔ لیکن چنائی کا لچک دار نہ ہونا ہی ایک مشکل نہیں بلکہ چند اور مشکلات ہیں جو کٹوں

وغیرہ جیسی تعمیروں میں پائی جاتی ہیں ۔ اِن دِقتوں کا باعث زیادہ تر یہ ہے کہ جز کی وجہ سے ثانوی زور (جو شہتیروں کی صورت ہیں عمق کے مقابلے میں طول کے بہت بڑے ہونے کی وجہ سے نظرانداز کرنے کے قابل ہوتے ہیں) اِن تعمیروں میں خاصے قابلِ لحاظ ہوتے ہیں۔ اِس مسئلے پر حال میں بہت تحقیق کی گئی ہے اور ہم کٹوں سے بحث کرتے وقت اس مسئلے سے پھر بحث کرینگے۔ بہت اچھا ہوگا اگر زمانۂ قریب ہیں چنائی کی تعمیروں کے مسئلے پر کوئی جامع تجرباتی کام عمل میں آئے ۔ فی الوقت تو ہم کو ان ہی قواعد کی پیروی کرنی ہوگی جو ہم اوپر بیان کر آئے ہیں۔

بے سمنٹ بلاکوں کے متعلق رسّے[1] کا قاعدہ ——

جس صورت میں کہ بلاک صرف ایک دوسرے کے اوپر ٹکے ہوئے ہوں رسّے کا قاعدہ یہ ہے کہ دباؤ کی اعظم حدت کو معلوم کرنے کے لیے دباؤ کے عمادی جزوِ تحلیلی کے دوگنے کو بوجھ نقطہ اور قریب ترین کنارے کے درمیانی فاصلے کے تین گنے سے تقسیم کیا جائے بشرطیکہ یہ فاصلہ قاعدے کے ایک تہائی سے زیادہ نہ ہو۔ یہ حدت شئے کے بے خطر دباؤ کی حدود کے اندر ہونی چاہیے۔ اِس عمل کی ایک مثال دیوار کے قاعدے پر کے دباؤ کے لیے صفحہ ۵۹۶ پر ملیگی۔

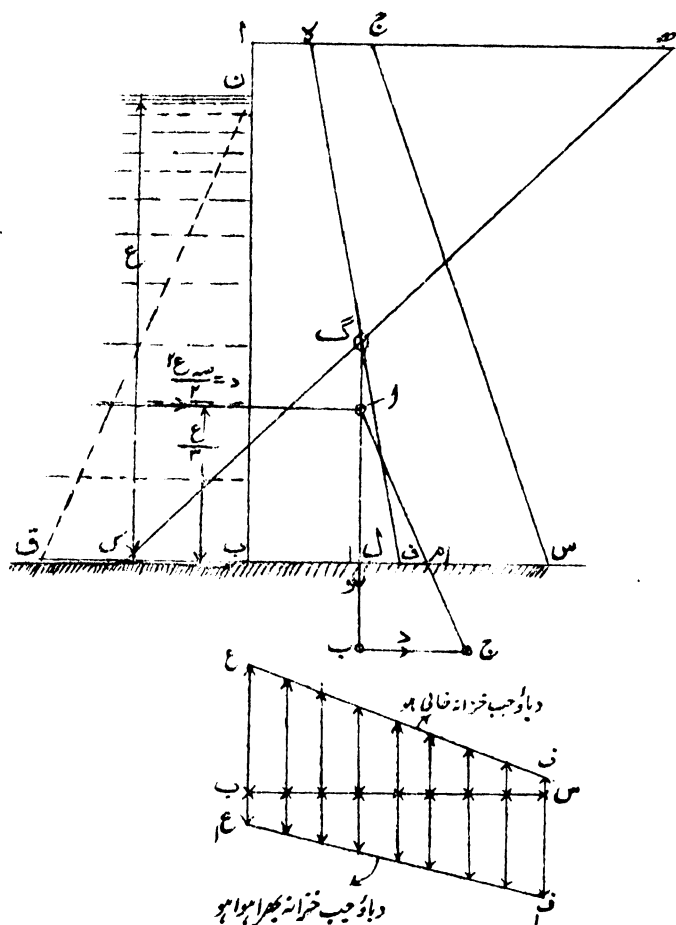
چنائی کے کٹے

چنائی کے کٹوں یا پانی کی پشتہ دیواروں کی قائمیت اوپر بیان کیے ہوئے قواعد کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے۔ پہلے ایک کٹے پر غور کرو جس کا ایک رُخ انتصابی ہے اور عقبی رُخ میں ایک سیدھا ڈھال یا سلامی ہے۔

فرض کرو کہ ا ب ج س (شکل ۱۷۷) ایک کٹے کی تراش ہے۔ مرکزِ ہندسی گ صفحہ ۱۱۴ پر بیان کی ہوئی ساخت کے ذریعے حاصل ہوگا

[1] Wray

یعنی اس طرح کہ اج اور ب س کے وسطی نقاط کو ملائیں اور ج ھ = ب س اور ب ک = اج بنائیں اور ھ ک کو ملائیں۔

شکل ۱۷۷
چنائی کے کٹے

اب کٹے کی قائمیت فی طولی فٹ پر غور کرو۔

$$\text{کٹے کا وزن} = و = \frac{و (اج + ب س) \times اب}{۲}$$

جہاں و کٹے کے مادّے کا وزن فی مکعب فٹ ہے۔ جب خزانہ خالی ہو تو دباؤ کا خط قاعدے کو بوجہ نقطہ ل پر قطع کریگا اور اس کے لیے قاعدے پر زور کی تقسیم شکل میں دکھائی گئی ہے۔ اس میں

$$ب ع = \frac{و}{ب س} \left(۱ + \frac{۶ ل ف}{ب س} \right)$$

$$س ف = \frac{و}{ب س} \left(۱ - \frac{۶ ل ف}{ب س} \right)$$

اب اس صورت پر غور کرو کہ خزانہ بھرا ہوا ہے۔ پانی کی بلندی ع ہے۔

تب مجموعی دباؤ کٹے کے فی طولی فٹ = د = بھیگی ہوئی سطح کا رقبہ × مرکزِ ہندسی کی گہرائی پر دباؤ

$$= ع \times \frac{صہ ع}{۲} = \frac{صہ ع^۲}{۲}$$

جہاں صہ = پانی کا وزن فی مکعب فٹ = ۶۲٫۴ پونڈ تقریباً

یہ دباؤ کٹے پر چہرے کے علی القوائم ہوگا اور مرکزِ دباؤ ء پر عمل کریگا، یعنی ب سے فاصلہ $\frac{ع}{۳}$ پر۔ یہ شکل سے واضح ہوگا جہاں ن ق ب مختلف گہرائیوں پر دباؤں کو تعبیر کرتا ہے اور ب ق = صہ ع

تب حاصل دباؤ د = مثلث ب ن ق کا رقبہ $= \frac{صہ ع \times ع}{۲} = \frac{صہ ع^۲}{۲}$ اور مثلث کے مرکزِ ہندسی میں سے یعنی ب سے فاصلہ $\frac{ع}{۳}$ پر عمل کرتا ہے۔

د کو خارج کر کے و کے خطِ عمل سے یعنی گ میں کے انتصابی سے

نقطہ ا پر ملنے دو اور کسی مناسب پیمانے پر ا ب انتصاباً = و اور ب ج افقاً = د کھینچو۔ تب اگر ج س کو ا ج نقطہ م پر قطع کرے تو م بوجھ نقطہ ہے جس پر دباؤ کا خط بھرے ہوئے خزانے کی صورت میں قاعدے کو قطع کرتا ہے۔ یعنی خزانے کے اندر پانی چڑھے تو دباؤ کا خط بتدریج ل سے م کی طرف حرکت کرتا ہے۔ م کو وسطی ثلث کے اندر واقع ہونا چاہیے۔

بھرے ہوئے خزانے کی صورت میں قاعدے پر زوروں کی تقسیم شکل میں دکھائی گئی ہے جہاں

$$ب ع = \frac{و}{ب} \left(۱ - \frac{۶ ف م}{ب س}\right)$$

$$س ف_۱ = \frac{و}{ب} \left(۱ + \frac{۶ ف م}{ب س}\right)$$

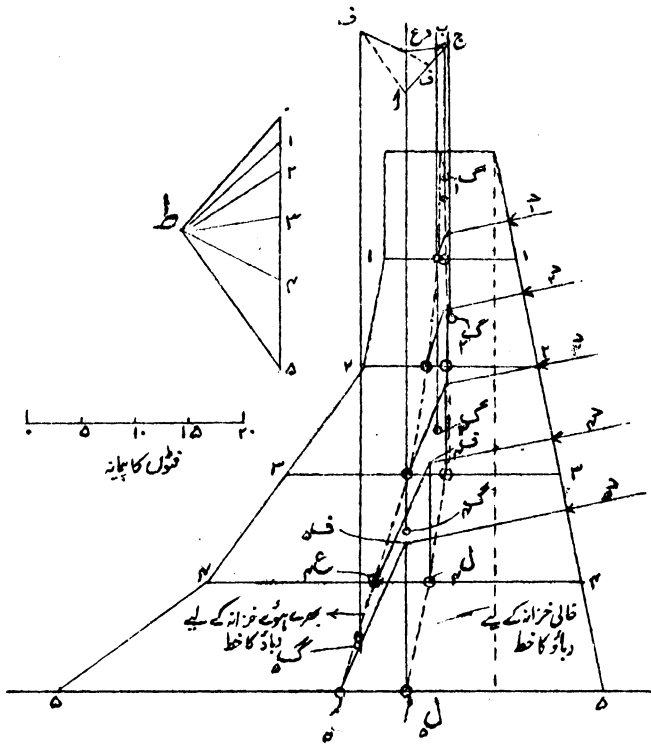
نوٹ۔ دراصل ا م کٹے کے دباؤ کا خط نہیں بلکہ نقطہ م پر دباؤ کے خط کا مماس ہے اور اس سے قاعدے پر جو کمزور ترین تراش ہے زوروں کی تعیین ہوتی ہے۔ اگر کسی اور تراش پر زور مطلوب ہوں تو اس کو قاعدہ تصور کرکے یہی عمل کرنا ہوگا۔ آئندہ مثال میں ہم بتائینگے کہ پورا دباؤ کا خط کس طرح کھینچا جاتا ہے۔

منحنی پشت کا کٹہ ــــــ اگر کٹے کی پشت منحنی ہو اور چہرہ مستقیم یا منحنی تو دباؤ کا خط حسب ذیل طریقے پر کھینچا جا سکتا ہے: شکل ۱۷۸ میں دکھائے ہوئے کٹے پر غور کرو۔ متعدد اُفقی تراشیں (۱،۱) (۲،۲)...... (۵،۵) لو اور بتائے ہوئے طریقے کے مطابق ان سب تراشوں کے مرکز ہندسی گ۱، گ۲......گ۵ معلوم کرو۔ حسب سابق کٹے کے ایک ٹکڑے کی قائمیت پر غور کرو جس کا طول کاغذ کے مستوی کے علی القوائم ایک فٹ یا کوئی اور اکائی لیا گیا ہے۔ اب بھرے ہوئے خزانے کی صورت میں

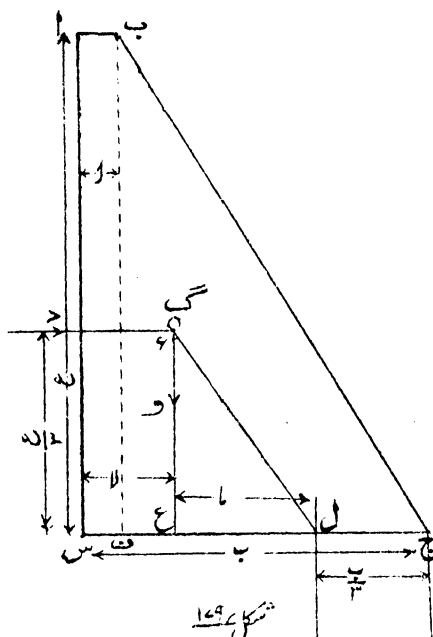
ہر تراش کے اوپر کٹے کا جو حصہ ہے اُس پر پانی کا حاصل دباؤ معلوم کرو۔ فرض کرو کہ یہ حاصل دباؤ د، د،...... د ہیں۔ اِس طرح د پانی کا حاصل دباؤ خط ۴، ۴ کے اوپر کٹے کے حصے کے لیے ہوگا اور خط ۴، ۴ کی گہرائی کے دوتہائی پر کٹے کے چہرے کے علی القوایم عمل کریگا۔ اگر کٹے کا چہرہ قابل لحاظ طور پر منحنی ہو تو حاصل دباؤں کو مختلف حصوں پر کے دباؤں سے کڑیوں کے اور سمتی کثیر الاضلاع کی ساخت کے ذریعے معلوم کرنا چاہیے۔ اب ہم کو ہر تراش کے اوپر کٹے کے حصے کا مرکز ہندسی مطلوب ہے اور اس کے لیے حسب ذیل عمل اختیار کیا جائیگا: مراکز ہندسی گ، گ، وغیرہ میں سے ہر ایک میں سے انتصابی خطوط کھینچو اور ایک انتصابی سمتی خط پر طول (۰، ۱) (۱، ۲)،...... (۴، ۵) قایم کرو جو ہر ایک حصے کے وزن کو تعبیر کریں۔ کوئی قطب ط لو اور ایک کڑیوں کا کثیر الاضلاع ا، ب، ج، د، ع، ف کھینچو۔ پہلی اور آخری کڑی نقطہ و پر ملیں۔ اب ہر ایک کڑی کو خارج کرکے ا ب سے ملنے دو مثلاً ف ع نقطہ ف پر ملے، وغیرہ۔ و میں سے ایک انتصابی خط کھینچو جو ۵، ۵ کو ل پر ملے۔ ف میں سے ایک انتصابی خط کھینچو جو ۴، ۴ کو ل پر ملے، وغیرہ۔ اب نقاط ل، ل، وغیرہ کو ملانے سے خالی خزانے کے لیے دباؤ کا خط حاصل ہوگا۔ اِن نقاط ل، ل، وغیرہ میں سے انتصابی خطوط کھینچو جو پانی کے دباؤں د، د، وغیرہ سے نقاط ف، ف، وغیرہ پر ملیں۔ تب د کو تراش ۵، ۵ کے اوپر کٹے کے وزن کے ساتھ ترکیب دے کر، جیسا کہ گزشتہ مثال میں بتایا گیا ہے، حاصل دھکیل کے متوازی ف ع کھینچا جائے تو بوجہ نقطہ ع حاصل ہوگا۔ اسی طرح ع اس طرح حاصل ہوگا کہ د کو تراش ۴، ۴ کے اوپر کٹے کے وزن کے ساتھ ترکیب دے کر ف میں سے حاصل کے متوازی خط کھینچا جائے وقس علی ہذا۔ اب اِن نقاط ف، ف، وغیرہ کو ملانے سے بھرے ہوئے خزانے کے لیے دباؤ کا خط حاصل ہوتا ہے۔ کسی تراش کے اوپر زور کی تقسیم سابق میں سمجھائے ہوئے طریقے کے مطابق حاصل ہو گی۔

دیکھو اوپر کی مثال میں دباؤ کے خطوط وسطی ثلث کے اچھی طرح اندر واقع ہیں بدترین تراش ۲٬۲ ہے۔

شکل ۱۷۸

منحنی پشت کٹہ

شکل میں بہت سے خطوط حذف کر دیے گئے ورنہ چھوٹے سے پیمانے کی وجہ سے گڑبڑ ہو جاتی۔ طلبہ اس طریقے سے مانوس ہونے کے لیے ایسی ایک مثال کو بڑے پیمانے پر حل کریں۔

منحرفی کٹے کے قاعدے کے عرض کا حساب ۔ فرض کرو کہ

ا ب ج س (شکل ۱۷۹) ایک منحرفی کٹے کی ایک تراش ہے۔

شکل ۱۷۹
منحرفی کٹے

کٹے کا چہرہ انتصابی ہے۔ اور فرض کرو کہ ا ب کا طول ا ہے اور ج س کا طول ب اور کٹے کا ارتفاع ع ہے۔ ہم کو ب کی ایسی قیمت معلوم کرنی ہے کہ دباؤ کا خط ع ل تراش کے وسطی ثلث کے عین اندر رہے۔

پہلے ہم کو ع کا محل معلوم کرنا ہے جہاں تراش کے مرکزِ ہندسی گ میں سے گزرنے والا انتصابی خط قاعدے کو قطع کرتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ س سے فاصلہ لا پر ہے۔ تب تراش کو ایک مستطیل اور ایک مثلث میں تقسیم کرنے سے اور س کے گرد معیار لینے سے

لا (ا + ب / ۲) ع = ع ا × ا/۲ + ۱/۲ ع (ب − ا) {ا − ۱/۳ (ب − ا)}

$$= \frac{ع}{۲}\left\{ اۤ + \frac{(ب - ا)(ب + ۲ا)}{۳} \right\}$$

$$= \frac{ع}{۶}\left\{ ب^{۲} + اب + ا^{۲} \right\}$$

$$\therefore \quad ل = \frac{ا^{۲} + اب + ب^{۲}}{۳(ا + ب)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

اب اگر چنائی اور پانی کے وزن فی مکعب فٹ و اور صہ ہوں تو

$$\text{پانی کا مجموعی دباؤ فی فٹ} = د = \frac{صہ\,ع^{۲}}{۲}$$

$$\text{چنائی کا مجموعی وزن فی فٹ} = و = \frac{و(ا + ب)ع}{۲}$$

$$\text{اب} \quad \frac{ع\,ل}{۶\,ع} = \frac{د}{و} = \frac{صہ\,ع}{و(ا + ب)}$$

$$\therefore \quad \frac{م}{\frac{ع}{۳}} = \frac{صہ\,ع}{و(ا + ب)}$$

$$\therefore \quad م = \frac{صہ\,ع^{۲}}{۳\,و(ا + ب)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$

اب اگر دباؤ کا خط وسطی ثلث کے اندر واقع ہونا چاہیے تو

$$ل + م = \frac{۲ب}{۳} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

$$\text{یا} \quad \frac{ا^{۲} + اب + ب^{۲}}{۳(ا + ب)} + \frac{۳\,صہ\,ع^{۲}}{۳\,و(ا + ب)} = \frac{۲ب}{۳}$$

$$ا^{۲} + اب + ب^{۲} + \frac{صہ\,ع^{۲}}{و} = ۲ب(ا + ب)$$

$$= ۲اب + ۲ب^{۲}$$

یا ب۲ + ا ب ـ ا۲ ـ صہ ع۲ / و = ۰ .... (۴)

ا، ع، صہ، و دیے ہوئے ہوں تو ب کی قیمت اس مساوات درجۂ دوم سے حاصل ہو سکتی ہے۔

مثلثی تراش ـــــ اگر کٹہ مثلثی تراش کا ہو تو ا = ۰

∴ ب = ع √(صہ / و)

مستطیلی تراش ـــــ اِس صورت میں ا = ب

∴ ب = ع √(صہ / و)

عددی مثال۔ منحرفی تراش کا ایک چنائی کا کٹہ ۲۵ فٹ اونچا اور چوٹی پر ۴ فٹ چوڑا ہے۔ اگر چنائی کا وزن ۱۴۴ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو قاعدے کا ضروری عرض معلوم کرو جس سے تنشی زور نہ پیدا ہو۔ اِس صورت میں اعظم فشاری زور کیا ہوگا۔

مساوات (۴) میں یہ قیمتیں مندرج کرنے سے

ب۲ + ۴ ب ـ ۱۶ ـ (۶۲۵ × ۶۲٫۴) / ۱۴۴ = ۰

ب۲ + ۴ ب ـ ۸۶٫۸ ۲ = ۰

ب = (ـ ۴ + √(۱۱۴۷ + ۱۶)) / ۲

= (ـ ۴ + ۳۴) / ۲

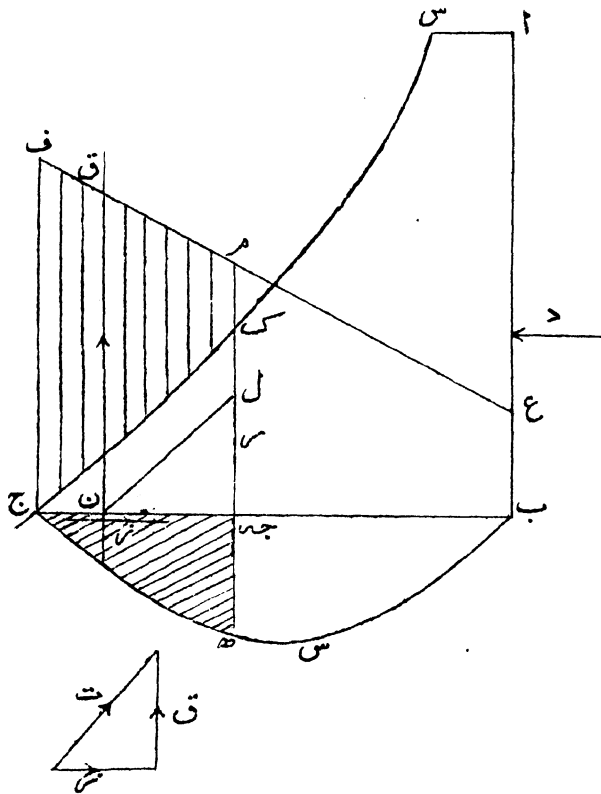
= ۱۵ فٹ تقریباً

اِس صورت میں اعظم فشاری مضبوطی = ۲ و / ۱۵

$$= \frac{9{,}665 \times 25 \times 2}{15} \times \frac{144}{2240} \text{ ٹن فی مربع فٹ}$$

= ۲ ٹن فی مربع فٹ تقریباً

کٹوں کی انتصابی تراشوں کی قائمیت

—— سب میں پہلے مسٹر ایچرلی[1] اور پروفیسر کارل پیرسن نے ایک پرچے میں، جس کا عنوان "چنائی کے کٹوں کی قائمیت کے چند فروگزاشتہ نکات" ہے،

شکل نمبر ۱۸۱ - کٹوں کی انتصابی تراشوں پر زور

[1] Mr. L. W. Atcherley and Prof. Karl Pearson.

بتایا کہ اُفقی تراشوں کے علاوہ انتصابی تراشوں کی قائمیت پر بھی غور کرنا چاہیے۔

فرض کرو کہ ا ب ج س (شکل ۱۸۰) ایک کٹّے کی تراش ہے اور فرض کرو کہ ب ع ف ج بھرے ہوئے خزانے کی صورت میں قاعدے پر کے زوروں کو تعبیر کرتا ہے۔ ان کو حاصل کرنے کا طریقہ سمجھایا جا چکا ہے۔ اب کٹّے کی ایک انتصابی تراش جہ ک پر غور کرو۔ اس پر عمل کرنے والی قوتیں حسب ذیل ہیں:۔

(ا) ایک اوپر وار دباؤ جو رقبہ ج ف م جہ سے تعبیر ہوتا ہے۔

(ب) ایک نچوار دباؤ کٹّے کے حصہ ج ک جہ کے وزن کی وجہ سے۔

(ج) ایک جزی قوت ن کٹّے کے قاعدے پر۔

اب فرض کرو کہ نقشہ ب ع ف ج چنائی کے فٹوں کی رقوم میں کھینچا گیا ہے، یعنی انتصابی ایک انچ ارتفاع تراش کے ایک مربع انچ کے وزن کو تعبیر کرتا ہے۔ یا اگر خطی پیمانہ اً = لا فٹ ہو اور ایک مکعب فٹ چنائی کا وزن و پونڈ ہو تو ج ف پر ایک انچ و لاً پونڈ فی مربع فٹ کو تعبیر کریگا۔

تب ج ک جہ کٹّے کے حصہ ج ک جہ کے وزن کو تعبیر کریگا اور اس طرح فرق ج ف م ک تراش ک جہ پر حاصل اوپر وار دباؤ کو تعبیر کریگا۔ فرض کرو کہ یہ رقبہ ق پونڈ ہے اور فرض کرو کہ اس کے مرکزِ ہندسی میں سے گزرنے والا انتصابی خط قاعدے کو ن پر قطع کرتا ہے۔ تب تراش ک جہ کے مرکزِ ہندسی س کے گرد خماؤ کا معیار ق × ن جہ ہوا۔

جزی قوت کی قیمت حاصل کرنے کے لیے ہم کو جزکی تقسیم کے لیے ایک قانون مان لینا پڑیگا۔ ایک پہلے تقرب کے طور پر فرض کرو کہ یہ ایک مکافی ج س ب ہے جس کا رقبہ مجموعی جز کو یعنی پانی کے دباؤ د کو تعبیر کرتا ہے۔ تب ن جزی منحنی کے رقبہ ج جہ ھ کو تعبیر کریگا اور

مرکزِ ہندسی کے گرد اِس کا معیار س × جہ س ہوگا۔
ہم س اور ق کو ترکیب دے کر حاصل ح معلوم کر سکتے ہیں۔ پھر ح کے متوازی ن ل کھینچ کر انتصابی تراش ک جہ کے لئے بوجہ نقطہ ل حاصل کر سکتے ہیں اور اگر ل وسطی ثلث کے باہر واقع ہو تو جہ پر تنشی زور ہوگا۔

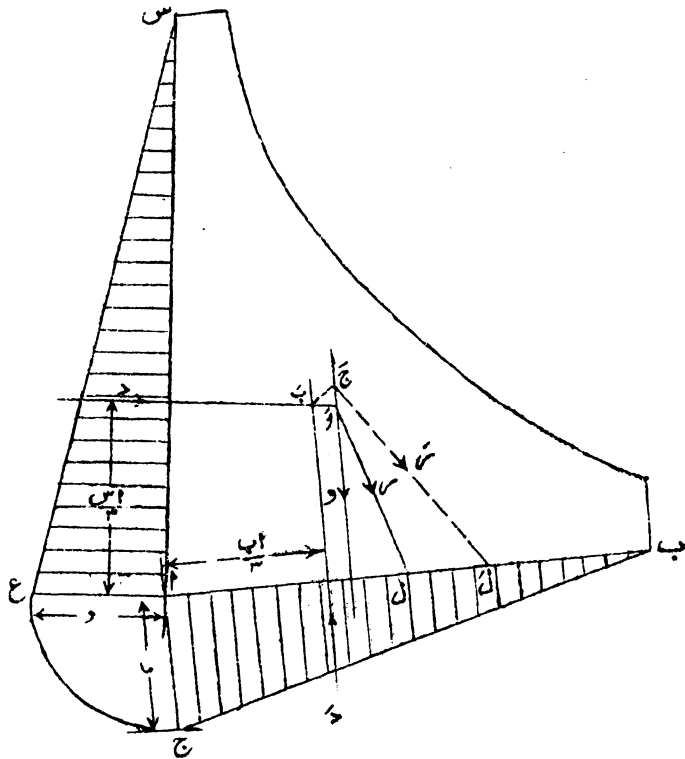
کٹوں پر زیرین دباؤ

مسٹر ایڈورڈ گاڈفری[1] نے کئی سال سے اِس پر زور دیا ہے کہ کٹوں میں "زیرین دباؤ" کا لحاظ رکھنا چاہیے اور یہ کہ کئی حادثات جن میں جانی نقصان بھی ہوا ہے اِسی بات کا لحاظ نہ رکھنے کی وجہ سے ہوئے ہیں۔
اِس بات کا پتہ چلتا ہے کہ برطانوی مجوزین نے اِس مسئلے پر "اچھال" کے نام سے غور کیا ہے لیکن یہ مسئلہ یقیناً کافی عام طور پر معلوم نہیں۔
اِس مضمون پر شفیلڈ یونیورسٹی کے پروفیسر جے ہسبنڈ[2] نے بہت اچھی بحث کی ہے جو مارچ سنہ ۱۹۳۱ء کے رسالہ "تعمیری انجینیر" (لندن) میں ملیگی۔
نکتہ یہ ہے کہ بہت سی صورتوں میں پانی دباؤ کے ساتھ کٹے کے قاعدے کے نیچے راہ پا سکتا ہے جس کی وجہ سے کٹے پر ایک اُٹھاؤ کا اثر ہوگا جس سے اس کی قائمیت بہت گھٹ جائیگی۔
بعض (شاذ) حالات میں ممکن ہے کہ پورے قاعدے پر دباؤ کا پورا ارتفاع موجود ہو لیکن معمولی کٹے میں جس بدترین صورت کا احتمال ہے وہ یہ ہے کہ چڑھاؤ سمت پر پورا ماقوائی دباؤ ہو اور بتدریج گھٹ کر نیچے پر صفر ہوجائے۔

---

[1] Mr. Edward Godfrey

[2] Prof. J. Husband

اِس صورت کو نقشے کے ذریعے شکل نمبر ۱۸۱ میں دکھایا گیا ہے۔

شکل نمبر ۱۸۱۔
کٹوں پر زیرین دباؤ

آبی چہرہ ا س پر دباؤ کا نقشہ مثلث س ا ع ہے اور حاصل دباؤ د ہے۔

قاعدے پر اوپروار دباؤ مثلث ا ج ب سے تعبیر ہوگا جس میں ا ج = ا ع اور حاصل اوپروار دباؤ دَ ہے۔

کٹے کے وزن و کا خط دکھایا گیا ہے اور اگر اوپروار دباؤ کو نظر انداز کیا جائے تو حاصل دباؤ کا خط وَ ل قاعدے کو بوجھ

نقطہ ل پر قطع کریگا۔

اوپروار دباؤ کا لحاظ رکھا جائے تو دباؤ کا خط ج لَ ہوگا اور بوجھ نقطہ لَ ہوگا۔

اس سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ زیرین دباؤ کی وجہ سے بوجھ نقطہ کس قدر ہٹ جاتا ہے۔

یہاں جس صورت پر غور کیا گیا ہے اس میں بوجھ نقطہ لَ عین وسطی ثلث کی حد پر واقع ہوتا ہے اور قاعدہ ارتفاع کا تقریباً ۸۵ء ہے۔

اگر کٹہ مثلثی تراشں کا ہو تو صفحہ ۵۶۹ کے ضابطے کے متناظر ذیل کا نتیجہ حاصل ہوتا ہے:۔

اگر زیرین دباؤ پورے قاعدے پر پوری قیمت کا ہو تو

$$ض = ع \sqrt{\frac{صہ}{و - صہ}}$$

اگر زیرین دباؤ یکساں طور پر گھٹتا ہوا جیسا کہ شکل ۱۸۰ء د میں ہے تو

$$ض = ع \sqrt{\frac{صہ}{و - صہ}}$$

طلبہ بطور مشق کے ان نتائج کی تصدیق کریں۔ یہ دیکھنا دلچسپی سے خالی نہیں کہ یہ دونوں نتائج ایک ہی ہیں۔

یہ معلوم ہوگا کہ گھٹ کنکریٹ کے لیے و = ۱۵۰ اور صہ = ۶۲ء۵"

اس لیے ض = ۸۵ء ع۔

زیرین دباؤ کو نظر انداز کرنے سے ض = ۶۵ء ع حاصل ہوتا۔

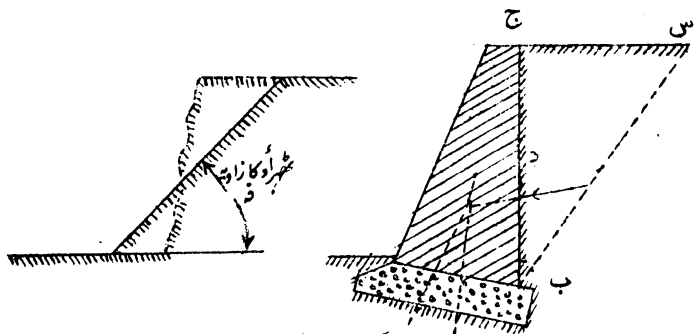
مٹی کے دباؤ کے لیے پشتہ دیواریں

اس مضمون میں دوگونہ مشکلات ہیں۔ ایک تو خود پشتہ دیوار کی صحیح نظری بحث جیسا کہ کٹوں کے متعلق اشارہ کیا جا چکا ہے اور دوسرے

پشتہ دیواروں کی تجویز میں مٹی کے حاصل دباؤ کی مقدار، سمت اور نقطۂ عمل معلوم کرنے کی دقت۔ ایک بار جب اِس حاصل دباؤ د کی مقدار، سمت اور محل معلوم ہو جائے تو اِس کے بعد عمل بالکل کٹّے کی طرح کرنا ہوگا، یعنی دباؤ د کے خطِ عمل کو خارج کر کے دیوار کے مرکزِ ہندسی میں سے گزرنے والے انتصابی سے ملنے دیا جائے اور د اور دیوار کے وزن و کا حاصل معلوم کر کے بوجھ نقطہ معلوم کیا جائے جہاں دباؤ کا خط قاعدے کو قطع کرتا ہے۔

ہم مٹی کے دباؤ کے تین نظریوں سے بحث کرینگے (۱) رینکن[1] کا نظریہ (۲) فانے کا نظریہ (۳) شفلر[2] کا نظریہ۔

اِن سب نظریوں میں ہم یہ فرض کرینگے کہ کسی نقطے پر دباؤ گہرائی کے متناسب ہے۔ اس طرح حاصل دباؤ، پانی کی طرح، قاعدے سے ایک تہائی بلندی پر عمل کریگا۔

ٹھہراؤ کا زاویہ ——— اگر مٹی کا ایک کٹہ اپنے حال پر چھوڑ دیا جائے تو موسمی اثرات کے تحت مٹی جھڑ جھڑ کر آخر کار ایک خاص ڈھال اختیار کریگی جیسا کہ شکل ۱۸۱ میں دکھایا گیا ہے۔ جس زاویے پر یہ جھڑنا موقوف ہو

شکل ۱۸۱
مٹی کے کام کی قائمیت

[1] Rankine [2] Scheffler

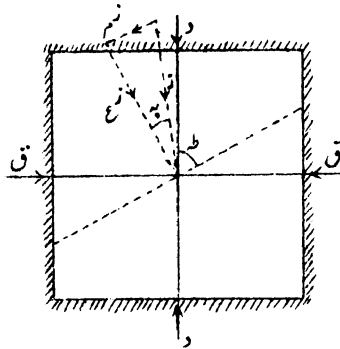
وہ ٹھہراؤ کا زاویہ کہلاتا ہے اور مٹی کی نوعیت اور اس کی تری پر منحصر ہوتا ہے۔

اب اگر ایک دیوار کھڑی کر کے اس جھڑنے اور گرنے کو روکا جائے تو مٹی کے ایک حصہ کی وجہ سے دباؤ د پیدا ہوگا مثلاً قا نہ ج ب س جو دیوار کو ہٹا لینے پر گر پڑیگا۔ جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے دقت زیادہ تر یہی دباؤ د معلوم کرنے میں ہے۔

مٹی کا ٹھہراؤ کا زاویہ عام اشیاء کے رگڑ کے زاویوں کے متناظر ہے اس طرح دیکھو چٹائی پر چٹائی کا ٹھہراؤ کا زاویہ تقریباً ۳۰° ہوگا۔

مختلف اشیاء کے ٹھہراؤ کے زاویے اور وزن

شے	ٹھہراؤ کا زاویہ فی درجے	وزن پونڈ فی مکعب فٹ
ریت، باریک خشک	۳۱ تا ۳۷	۸۹ تا ۱۱۸
ریت، گیلی	۲۶	
نباتی مٹی، خشک	۲۹	۱۰۰ تا ۱۲۰
،، نم	۴۵ تا ۴۹	
،، بہت گیلی	۱۷	
چکنی مٹی، خشک	۲۹	۱۲۰ تا ۱۳۵
،، نم	۴۵	
،، گیلی	۱۶	
بجری، صاف	۴۸	۹۰ تا ۱۱۰
بجری مع ریت	۲۶	
سیٹے	۳۹	

مٹی کے دباؤ کے متعلق رینکین کا نظریہ ——— اِس نظریے میں مٹی کو ایک لچکدار ٹھوس تصور کیا گیا ہے جو فساد کی حالت میں ہو۔
فرض کرو کہ مٹی کے ایک مکعب میں جو فساد کی حالت میں ہے ایک دیے ہوئے نقطہ پر صدر زور (دیکھو صفحہ ۱۸) د اور ق ہیں۔

شکل ۱۸۲
مٹی کے دباؤ کے متعلق رینکین کا نظریہ

شکل ۱۸۲۔ تب مٹی صدر زوروں کے مستویوں کے سوا اِس نقطہ میں سے گزرنے والے کسی اور مستوی پر پھسلنے کا تقاضا کریگی اور یہ تقاضا اُس مستوی پر زیادہ سے زیادہ ہوگا جس پر حاصل زور کا ترچھاپن زیادہ سے زیادہ ہے۔ اور اگر یہ ترچھاپن نہ کے مساوی ہو جائے تو پھسلن واقع ہوگی۔
صفحہ ۲۰ پر ہم نے ثابت کیا کہ زور د سے زاویہ ط بنانے والے مستوی پر زور حسب ذیل ہونگے:

زع = عمادی زور = د جب² ط + ق جم² ط .... (۱)

زم = مماسی زور = (د - ق) جب ط جم ط .... (۲)

تب اگر حاصل زور عماد سے زاویہ بہ بنائے تو

$$\text{مم به} = \frac{\text{ن ع}}{\text{ن م}} = \frac{\text{د جب}^2\text{ طه} + \text{ق جم}^2\text{ طه}}{(\text{د} - \text{ق})\text{ جب طه جم طه}}$$

$$= \frac{\text{د مس}^2\text{ طه} + \text{ق}}{(\text{د} - \text{ق})\text{ مس طه}}$$

یہ اعظم ہوگا جب کہ $\frac{\text{فر مم به}}{\text{فر طه}} = ۰$

یعنی $(\text{د} - \text{ق})\text{ مس طه} \times ۲\text{ د مس طه قط}^2\text{ طه} - (\text{د} - \text{ق})\text{ قط}^2\text{ طه} (\text{د مس}^2\text{ طه} + \text{ق}) = ۰$

یا $(\text{د} - \text{ق})\text{ قط}^2\text{ طه} (۲\text{ د مس}^2\text{ طه} - \text{د مس}^2\text{ طه} - \text{ق}) = ۰$

یا $\text{مس}^2\text{ طه} = \frac{\text{ق}}{\text{د}}$

$$\therefore \text{مم به} = \frac{\text{ق} + \text{ق}}{(\text{د} - \text{ق})\sqrt{\frac{\text{ق}}{\text{د}}}}$$

$$\text{مم}^2\text{ به} = \frac{۴\text{ ق}^2}{(\text{د} - \text{ق})^2 \frac{\text{ق}}{\text{د}}} = \frac{۴\text{ د ق}}{(\text{د} - \text{ق})^2}$$

$$\frac{\text{جم}^2\text{ به}}{\text{جب}^2\text{ به}} = \frac{۱ - \text{جب}^2\text{ به}}{\text{جب}^2\text{ به}} = \frac{۴\text{ د ق}}{(\text{د} - \text{ق})^2}$$

$$\frac{۱}{\text{جب}^2\text{ به}} = \frac{(\text{د} - \text{ق})^2 + ۴\text{ د ق}}{(\text{د} - \text{ق})^2} = \frac{(\text{د} + \text{ق})^2}{(\text{د} - \text{ق})^2}$$

$$\therefore \text{جب به} = \frac{(\text{د} - \text{ق})}{(\text{د} + \text{ق})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

به کے بڑھنے کی حد به = فه ہے

اس لیے $\text{جب فه} = \frac{\text{د} - \text{ق}}{\text{د} + \text{ق}}$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{ق}}{\text{د}} = \frac{۱ - \text{جب فه}}{۱ + \text{جب فه}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

یعنی چھوٹے اور بڑے صدر زور کی نسبت $\frac{\text{۱ − جب فہ}}{\text{۱ + جب فہ}}$ سے کم نہیں ہوسکتی۔

جب اُفقی صدر زور ممکنہ حد تک کم ہو تو مٹی نیچے پھسلنے کو ہوگی۔
لیکن جب اُفقی صدر زور ممکنہ حد تک زیادہ ہو تو مٹی اُوپر اُچھلنے کو ہوگی۔

شکل ۱۸۳
انتصابی پشت کی پشتہ دیوار کے لیے رنکین کا نظریہ

صورت ۱۔ انتصابی پشت کی پشتہ دیوار، مٹی افقی —

اِس صورت میں اگر ہم مٹی کے ایک حصے پر غور کریں جو سطح سے گہرائی لا پر ہے تو د = وم لا جہاں وم مٹی کا وزن فی مکعب فٹ ہے (شکل ۱۸۳ ب)۔

تعادل کو برقرار رکھنے کے لیے اقل افقی دباؤ

$$= ق = و_م لا \frac{۱ - جب فہ}{۱ + جب فہ}$$

اِس طرح دیکھو ا ب ج سے افقی دباؤ کا تغیر معلوم ہوگا جہاں

$$ا ج = \frac{و_م ع (۱ - جب فہ)}{۱ + جب فہ}$$

∴ مجموعی دباؤ د = ا ب ج کا رقبہ $= \frac{و_م ع^۲}{۲}\left(\frac{۱ - جب فہ}{۱ + جب فہ}\right)$

اگر فہ = °۳۰ تو د $= \frac{و_م ع^۲}{۶}$

د کے لیے ترسیمی ساخت — ا ع کھینچو جو انتصابی سمت سے زاویہ فہ بنائے اور ب میں کے افقی خط کو ع پر ملے۔ ع کو مرکز مان کر اور نصف قطر ع ب لے کر قوس ب ف کھینچو۔

تب د $= \frac{۱}{۲} و_م \times اف^۲$

کیونکہ $اف^۲ = (اع - ع ف)^۲ = (اع - ع ب)^۲$

$$= \left\{\left(\frac{ع}{جم فہ}\right) - (ع مس فہ)\right\}^۲$$

$$= ع^۲ \left(\frac{۱ - جب فہ}{جم فہ}\right)^۲ = \frac{ع^۲ (۱ - جب فہ)^۲}{جم^۲ فہ}$$

$$= \frac{ع^2 (۱ - جب\ فہ)^2}{(۱ - جب^2\ فہ)} = \frac{ع^2 (۱ - جب\ فہ)}{۱ + جب\ فہ}$$

اب د کو خارج کرکے مرکزِ ہندسی گ میں کے انتصابی سے ا پر ملنے دو اور ا ب = و = دیوار کا وزن فی طولی فٹ اور ب ج = د لو تب اگر ا ج قاعدے کو بوجہ نقطہ ل پر قطع کرے تو یہ نقطہ وسطی ثلث کے اندر ہونا چاہیے۔

صورت ۲۔ ڈھلواں پشت کی پشتہ دیوار، مٹی افقی ——

اس صورت میں اگر دیوار کا ڈھال طہ ہو (شکل ۱۸۴) تو ہم کو صدر زوروں سے کسی نقطے پر کا حاصل زور معلوم کرنا ہے۔ اس کو یا تو مساوات (۴) صفحہ ۲۰ کی مدد سے یا ترسیماً حسبِ ذیل طریقے پر معلوم کر سکتے ہیں :—

ا ب کے علی القوائم اک کھینچو اور اس کو $\frac{د + ق}{۲}$ کے مساوی بناؤ اور اک سے زاویہ ۲ طہ پر ک م کھینچو اور اس کو $\frac{د - ق}{۲}$ کے مساوی بناؤ۔ تب ا م حاصل زور ہوگا اور مثلث ب ا م کے رقبے سے حاصل دباؤ تعبیر ہوگا۔ ثبوت یہ ہے کہ اک پر عمود م ت کھینچو تب م ت = م ک جب ۲ طہ

$$= (د - ق)\ جب\ طہ\ جم\ طہ = نم$$

$$ا ت = اک - ت ک = \frac{د + ق}{۲} - \frac{د - ق}{۲}\ جم\ ۲\ طہ$$

$$= \frac{۱}{۲} \left\{ (د + ق)(جب^2\ طہ + جم^2\ طہ) - (د - ق)(جم^2\ طہ - جب^2\ طہ) \right\}$$

$$= \frac{۱}{۲} \left\{ ۲\ د\ جب^2\ طہ + ۲\ ق\ جم^2\ طہ \right\} = د\ جب^2\ طہ + ق\ جم^2\ طہ$$

$$= نع$$

$$\therefore\ ا م = \sqrt{ا ت^2 + م ت^2}$$

= ہا ع √(ز۲ + زم۲)

= ز

حسب سابق د = وم ع

ق = وم ع (ا − جیب فہ)/(ا + جیب فہ)

شکل ۱۸۴

ڈھلوان پشت کی پشتہ دیوار کے لیے رینکن کا نظریہ

صورت ۳۔ سر بار دیواریں —— اگر مٹی کا ڈھال دیوار سے اوپر کی طرف ہو تو دیوار کو سر بار کہا جاتا ہے۔ مٹی کا ڈھال صریحاً

ٹھہراؤ کے زاویے سے زیادہ نہیں ہو سکتا۔

اب مٹی کے ایک چھوٹے متوازی السطوح ق ر س ت (شکل ۱۸۵) پر غور کرو۔ چہروں ق ر اور س ت پر کے دباؤ ز انتصابی ہیں اور چہروں ق ت اور س ر کے متوازی ہیں۔ اس لیے چہروں ق ت اور س ر کے حاصل زور $ز_۱$ چہروں ق ر اور س ت کے متوازی ہونے چاہییں۔ زور (ز، $ز_۱$) مزدوج کہلاتے ہیں۔ اب ہم کو ز اور $ز_۱$ کے متناظر صدر زور د، ق معلوم کرنا ہے۔

فرض کرو کہ ز اور $ز_۱$ معلوم ہیں اور ایک خط پر جو لا ے سے زاویہ عہ بناتا ہے طولوں لا و اور لا ما سے تعبیر کیے گئے ہیں۔ و ما کی ع پر تنصیف کرو اور لا ما پر ے ع عمود کھینچو۔ ے و اور ے ما کو ملاؤ۔ تب شکل ۱۸۴ کے لیے جو ساخت ثابت کی گئی ہے اُس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ

$$لا ے = \frac{د + ق}{۲}$$

$$و ے = ے ما = \frac{د - ق}{۲}$$

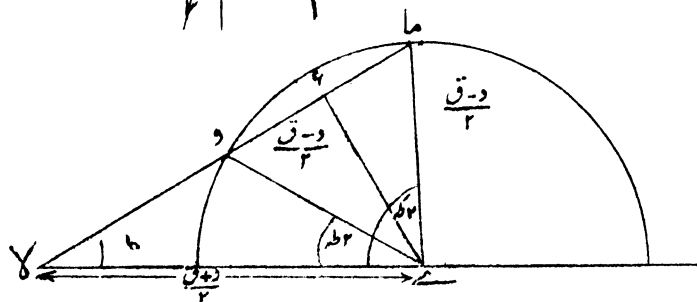
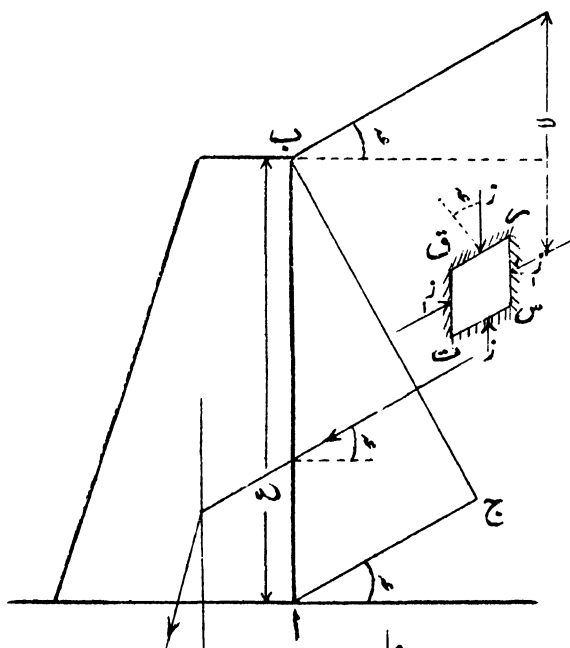
$$لا ے = \frac{د + ق}{۲} = \frac{ز + ز_۱}{۲} \times \frac{۱}{جم عہ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

$$ے ما^۲ = ے ع^۲ + ع ما^۲ = (لا ے^۲ - لا ع^۲) + ع ما^۲$$

$$= لا ے^۲ - \left\{ \left(\frac{ز + ز_۱}{۲}\right)^۲ - \left(\frac{ز - ز_۱}{۲}\right)^۲ \right\}$$

$$= لا ے^۲ - ز ز_۱$$

$$= \left(\frac{ز + ز_۱}{۲ جم عہ}\right)^۲ - ز ز_۱$$

$$\therefore \quad \frac{د - ق}{۲} = ے\,ما = \sqrt{\left(\frac{ز + ز_{۱}}{۲\ جم\ ع}\right)^{۲} - ز\,ز_{۱}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$

شکل ۱۸۵

سرہار پشتہ دیوار کے لیے رنکین کا نظریہ

(۲) اور (۱) کا مربع لے کر تقسیم کرنے سے

$$\frac{\left(\frac{ز+ز_۱}{۲\ جم\ عہ}\right)^۲ - ز\ ز_۱}{\left(\frac{ز+ز_۱}{۲\ جم\ عہ}\right)^۲} = \left(\frac{د-ق}{د+ق}\right)^۲$$

یعنی

$$۱ - \frac{۴\ ز\ ز_۱\ جم^۲\ عہ}{(ز+ز_۱)^۲} = \left(\frac{د-ق}{د+ق}\right)^۲ \quad \cdots\cdots (۳)$$

لیکن ہم دیکھتے ہیں کہ $\frac{د-ق}{د+ق} = جب\ فہ$

$$\therefore \quad \frac{۴\ ز\ ز_۱\ جم^۲\ عہ}{(ز+ز_۱)^۲} = ۱ - جب^۲\ فہ = جم^۲\ فہ$$

یا

$$(ز+ز_۱)^۲ = \frac{۴\ ز\ ز_۱\ جم^۲\ عہ}{جم^۲\ فہ} \quad \cdots\cdots (۴)$$

طرفین میں سے ۴ $ز\ ز_۱$ تفریق کرنے سے

$$(ز-ز_۱)^۲ = ۴\ ز\ ز_۱ \left(\frac{جم^۲\ عہ}{جم^۲\ فہ} - ۱\right) \quad \cdots\cdots (۵)$$

$$\left(\frac{ز-ز_۱}{ز+ز_۱}\right)^۲ = \frac{جم^۲\ عہ - جم^۲\ فہ}{جم^۲\ عہ}$$

$$\frac{ز-ز_۱}{ز+ز_۱} = \sqrt{\frac{جم^۲\ عہ - جم^۲\ فہ}{جم^۲\ عہ}} \quad \cdots\cdots (۶)$$

$$\frac{ز}{ز_۱} = \frac{جم\ عہ \pm \sqrt{جم^۲\ عہ - جم^۲\ فہ}}{جم\ عہ \mp \sqrt{جم^۲\ عہ - جم^۲\ فہ}}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{ز}_1}{\text{ز}} = \frac{\text{جم عہ} - \sqrt{\text{جم}^2\text{ عہ} - \text{جم}^2\text{ فہ}}}{\text{جم عہ} + \sqrt{\text{جم}^2\text{ عہ} - \text{جم}^2\text{ فہ}}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (۷)$$

علامتیں اِس طرح لی گئی ہیں تاکہ ز۱ کی اقل قیمت حاصل ہو

جس وقت $\text{عہ} = \text{فہ}$ تو $\text{ز} = \text{ز}_1$ .... (۸)

اب $\text{ز} = \text{و}_1 \text{ لا جم عہ}$ کیونکہ رُخ ق س کا رقبہ بڑھ گیا ہے۔

$$\therefore \quad \text{قاعدے پر دباؤ} = \text{و}_1 \text{ ع جم عہ} \; \frac{\text{جم عہ} - \sqrt{\text{جم}^2\text{ عہ} - \text{جم}^2\text{ فہ}}}{\text{جم عہ} + \sqrt{\text{جم}^2\text{ عہ} - \text{جم}^2\text{ فہ}}} = \text{ا ج}$$

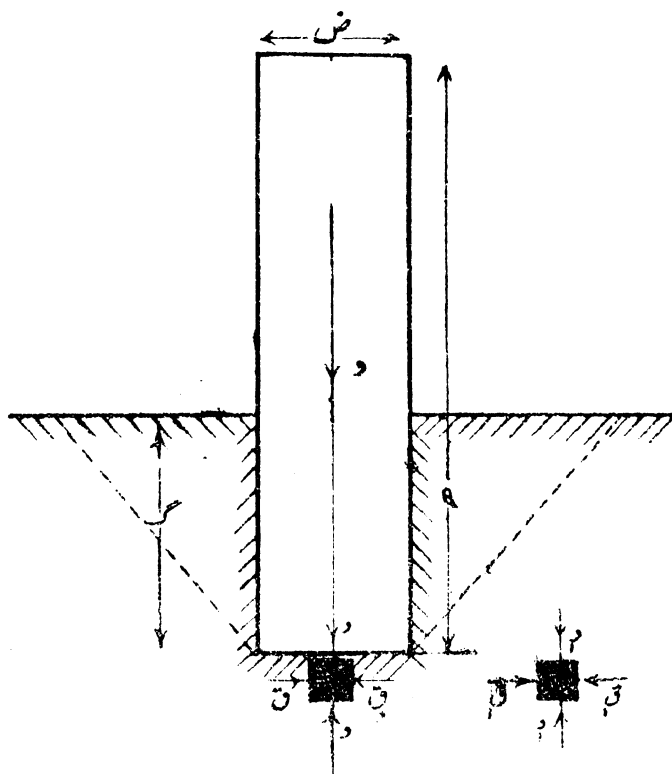
$$\therefore \quad \text{حاصل دباؤ} = \text{د} = \frac{\text{ا ج}}{۲} \times \text{ع}$$

$$= \frac{\text{و}_1 \text{ ع}^2}{۲} \text{ جم عہ} \left\{ \frac{\text{جم عہ} - \sqrt{\text{جم}^2\text{ عہ} - \text{جم}^2\text{ فہ}}}{\text{جم عہ} + \sqrt{\text{جم}^2\text{ عہ} - \text{جم}^2\text{ فہ}}} \right\} \quad \ldots\ldots \quad (۹)$$

اس کے بعد قائمیت گزشتہ صورت کی طرح معلوم کی جاتی ہے۔

دیوار انتصابی نہ ہو تو زور شکل ۱۸۴ کے مطابق ترسیماً معلوم کیا جاتا ہے لیکن طہ انتصابی سمت سے بننے والا زاویہ نہیں ہوگا بلکہ د کی سمت سے جو عہ = فہ ہونے کی صورت میں انتصابی سمت سے زاویہ $۴۵^\circ - \frac{\text{فہ}}{۲}$ بنائیگی۔

رینکن کے نظریے سے بنیاد کی اقل گہرائی —— فرض کرو کہ دیوار کی دھسن ابھی موقوف ہوئی ہے تب دونوں طرف کی مٹی عین(?) اوپر اُچھلنے کو ہوگی۔ شکل ۱۸۶۔

$$\therefore \quad \text{دیوار سے ذرا نیچے} \; \frac{\text{ق}}{\text{د}} \text{ اقل قیمت} = \frac{۱ - \text{جب فہ}}{۱ + \text{جب فہ}}$$

شکل ۱۸۶۔ بنیادوں کی گہرائی کے لیے رینکن کا نظریہ

اسی گہرائی پر بازو $\frac{ق_1}{د}$ کی قیمت ممکنہ اعظم ہوگی کیونکہ اچھال واقع ہونے کو ہے اور اس صورت میں افقی زور انتصابی زور سے بڑا ہے۔

$$\text{ش} \quad \frac{ق_1}{د} = \frac{1 + \text{جب فہ}}{1 - \text{جب فہ}}$$

لیکن $ق_1$ کو ق کے مساوی ہونا چاہیے۔

$$\therefore \frac{\text{ق}_{\text{ا}}}{\text{د}_{\text{ا}}} \div \frac{\text{ق}}{\text{د}} = \frac{\text{د}}{\text{د}_{\text{ا}}} = \left(\frac{\text{۱} + \text{جب فہ}}{\text{۱} - \text{جب فہ}}\right)^{\text{۲}}$$

اب $\text{د} = \frac{\text{دیوار کا وزن}}{\text{دیوار کا رقبہ}} = \frac{\text{و}}{\text{ض}}$ ،

کیونکہ قائمیت حسب سابق کاغذ کے مستوی کے علی القوائم ایک طولی فٹ میں لی گئی ہے۔

$\text{د}_{\text{ا}}$ = دباؤ مٹی کے ارتفاع گ کے ستون کی وجہ سے
$= \text{و}_{\text{م}}\,\text{گ}$

$$\therefore \frac{\text{و}}{\text{و}_{\text{م}}\,\text{ض}\,\text{گ}} = \left(\frac{\text{۱} + \text{جب فہ}}{\text{۱} - \text{جب فہ}}\right)^{\text{۲}}$$

$$\text{گ} = \frac{\text{و}}{\text{و}_{\text{م}}\,\text{ض}} \left(\frac{\text{۱} - \text{جب فہ}}{\text{۱} + \text{جب فہ}}\right)^{\text{۲}}$$

عددی مثال۔ ایک تعمیر کو کنکریٹ کی بنیاد پر کھڑا کرنا ہے۔ تعمیر کا وزن کنکریٹ سمیت ۱۲۰۰ ٹن ہے۔ کنکریٹ کی بنیاد کے قاعدے کا رقبہ ۳۰۰ مربع فٹ ہے۔ اگر مٹی کا وزن ۳۰۰۰ پونڈ فی مکعب گز اور ٹھہراؤ کا زاویہ ۳۸° ہو تو بنیاد کا قاعدہ زمین کی سطح سے کتنا گہرا ہونا چاہیے (بی۔ ایس سی لندن ۱۹۰۷ء)۔

اس صورت میں جب فہ = ٫۶۱۵۷

$$\therefore \frac{\text{۱} - \text{جب فہ}}{\text{۱} + \text{جب فہ}} = \frac{\text{٫۳۸۴۳}}{\text{۱٫۶۱۵۷}}$$

$$\text{مُ} = \frac{۳۰۰۰}{۲۷}$$

$$\text{د} = \frac{۱۲۰۰}{۳۰۰} \times ۲۲۴۰ = ۲۲۴۰ \times ۴$$

$$\therefore \quad \text{گ} = \frac{۲۷ \times ۲۲۴۰ \times ۴}{۳۰۰۰} \left(\frac{۳۸۴۳۰}{۱۶۱۵۷}\right)^{۲}$$

$$= \underline{\text{۵۶٫۴ فٹ}}$$

مٹی کے دباؤ کا فانے کا نظریہ[1]

تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ جب کوئی دیوار ناکارہ ہوتی ہے تو مٹی پہلے ایک خط مثلاً ب ج پر نیچے کو پھسلتی ہے (شکل ۱۸۷)۔ یہ خط انشقاق کا خط کہلاتا ہے۔ اور مٹی آخرکار گر کر طبعی ڈھال ب س اختیار کر لیتی ہے۔ اِس طرح فانہ ا ب ج تین قوتوں کے تحت تعادل میں ہے۔

(۱) مٹی اور دیوار کے درمیان دباؤ د جس کو اُفقی اور گہرائی کے دو تہائی پر عمل کرتا ہوا مانا گیا ہے۔ یعنی ا ب پر کی رگڑ کو نظر انداز کیا گیا ہے۔

(۲) فانے ا ب ج کا وزن و۔

(۳) ردّ عمل ر جو عماد سے زاویہ فہ بناتا ہے۔

اب ہم کو خطِ انشقاق ب ج کا وہ محل معلوم کرنا ہے جس سے د اعظم ہو۔

شکل سے معلوم ہو گا کہ ر اور و کے درمیان زاویہ طہ ہے۔

---

[1] اس کو بعض اوقات کولمب کا نظریہ کہتے ہیں۔

∴ شکل میں جو قوتوں کا مثلث دکھایا گیا ہے اس سے د = و مس طہ۔ ب گ کھینچو جو ا ب سے زاویہ فہ بنائے اور س ا مخروجہ کو گ پر ملے۔ اور ج ب س پر عمود ا ف اور ج ع کھینچو، اور فرض کرو کہ ب س = ب، ج ع = لا، ب گ = ج، ا ف = ا

تب اگر ∠ ا س ب = بہ

تو د = و مس طہ = و (مثلث ا ب ج کا رقبہ) مس طہ

$= \frac{و}{۲}$ (ا ب - لا ب) مس طہ

$= \frac{و}{۲}$ ب (ا - لا) $\frac{لا}{ب ع}$

$= \frac{و}{۲}$ ب (ا - لا) $\frac{لا}{(ب - لا مم بہ)}$ .... (۱)

د اعظم ہو گا جب کہ $\frac{فر د}{فر لا} = ۰$

یا (ب - لا مم بہ) [ا - ۲ لا] - (ا لا - $لا^{۲}$) (- مم بہ) = ۰

یا $لا^{۲}$ مم بہ - ۲ ب لا + ا ب = ۰ .... (۲)

یا ب (ا - لا) = لا (ب - لا مم بہ) .... (۳)

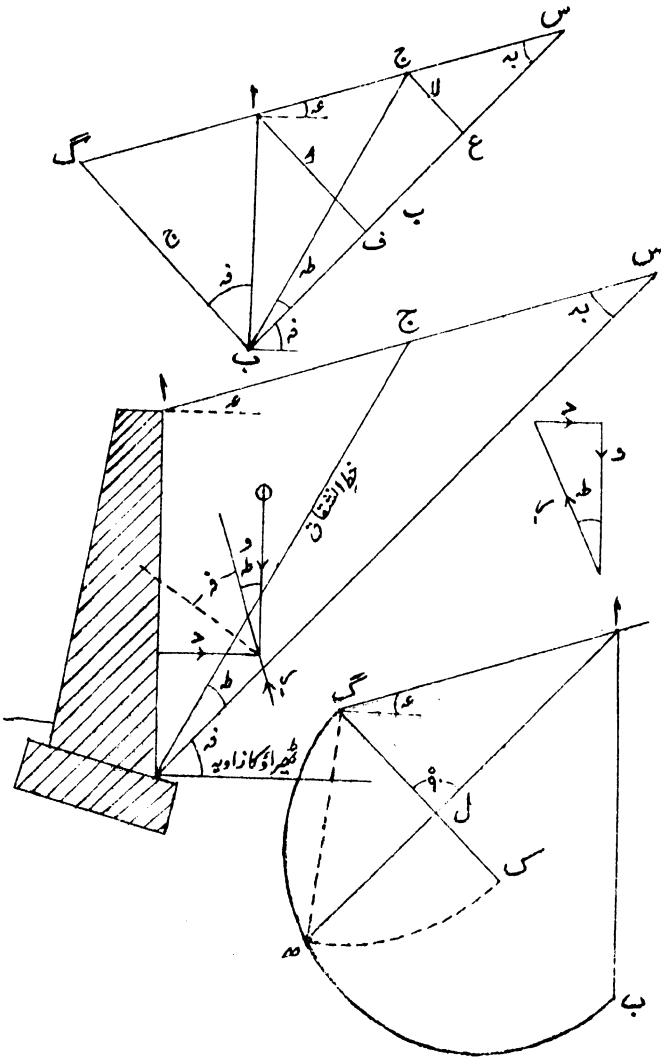
لیکن لا (ب - لا مم بہ) = لا × ب ع = ۲ × Δ ب ج ع

اور ب (ا - لا) = ۲ (Δ ا ب س - Δ ج ب س)

= ۲ × رقبہ Δ ا ب ج

∴ د اُس وقت اعظم ہو گا جب کہ مثلثات ب ج ع اور ا ب ج رقبے میں مساوی ہوں۔

تب د = $\frac{و}{۲}$ $لا^{۲}$

اور (۲) سے لا = $\frac{ب \pm \sqrt{ب^{۲} - ا ب مم بہ}}{مم بہ}$

شکل ۱۸۷

مٹی کے دباؤ کا قانون کا نظریہ

مثبت علامت ناقابلِ قبول ہے کیونکہ لا مم بہ بڑا نہیں ہو سکتا ب سے۔

$$\therefore \quad لا = \frac{ب - \sqrt{ب^2 - ا ب مم بہ}}{مم بہ} \quad \ldots\ldots (۴)$$

اب $\quad مم بہ = \frac{ب}{ج}$

$$\therefore \quad لا = \frac{ب - ب\sqrt{1 - \frac{ا}{ج}}}{\frac{ب}{ج}}$$

$$= ج \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{ا}{ج}} \right\}$$

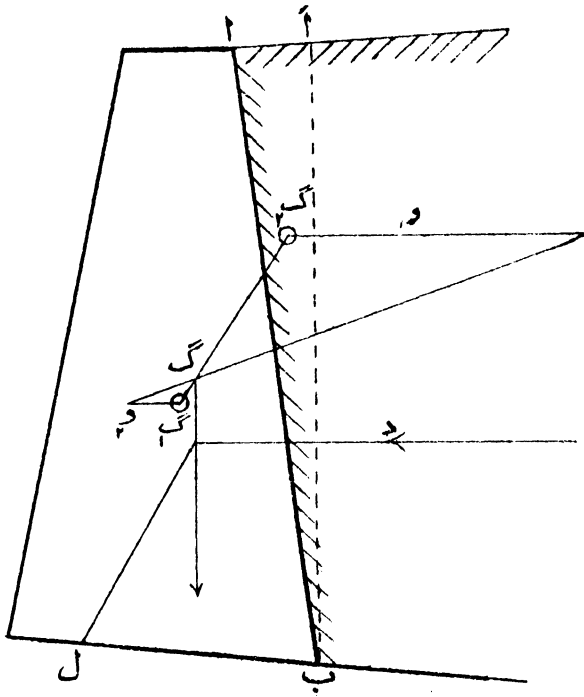
$$= ج - \sqrt{ج\,(ج - ا)} \quad \ldots\ldots (۵)$$

$$\therefore \quad د = \frac{و}{۲} \left\{ ج - \sqrt{ج\,(ج - ا)} \right\}^2$$

د کی ترسیمی دریافت ـــــ د کو ترسیماً حسب ذیل طریقے پر معلوم کیا جا سکتا ہے: قاعدہ ب سے ایک خط ب گ انتصابی سمت سے زاویہ فہ پر کھینچو اور اسے زمین کی سطح کے مخروجہ خط سے گ پر ملنے دو۔ ب گ پر نیم دائرہ ب ھ گ کھینچو اور ب گ پر عمود ا ل اور اسے خارج کر کے نیم دائرہ سے ھ پر ملنے دو۔ گ کو مرکز مان کر ایک قوس ھ ک کھینچو جو ب گ کو ک پر ملے۔

تب $\quad د = \frac{و}{۲} \times ب ک^2$

ثبوت۔ شکل کے بالائی حصے سے ظاہر ہے کہ ب ل = ا

$$\therefore \quad گ ل = (ج - ا)$$

شکل ۱۸۸

ڈھلواں پشت کی پشتہ دیوار کے لیے فانے کا نظریہ

نیم دائرے کی خاصیت سے

$$\text{گ ہ}^{۲} = \text{ب گ} \times \text{گ ل} = \text{ج (ج - ا)}$$

$$\therefore \text{گ ک} = \text{گ ہ} = \sqrt{\text{ج (ج - ا)}}$$

$$\therefore \text{ب ک} = \text{ج} - \sqrt{\text{ج (ج - ا)}}$$

$$\therefore \frac{\text{و م}}{۲} \times \text{ب ک}^{۲} = \frac{\text{و م}}{۲} \left\{ \text{ج} - \sqrt{\text{ج (ج - ا)}} \right\}^{۲}$$

سطح افقی —— مٹی کی سطح افقی ہو تو بہ = فہ

$$\therefore \text{ا} = \text{ع جب ا ب ف} = \text{ع جم فہ}$$

$$= \text{ج} = \frac{\text{ع}}{\text{جم فہ}}$$

$$\therefore \left\{ \text{ج} - \sqrt{\text{ج (ج - ا)}} \right\}^{۲} = \text{ع}^{۲} \left\{ \frac{۱}{\text{جم فہ}} - \sqrt{\frac{۱}{\text{جم فہ}} \left(\frac{۱}{\text{جم فہ}} - \text{جم فہ} \right)} \right\}^{۲}$$

$$= \frac{\text{ع}^{۲}}{\text{جم}^{۲}\text{ فہ}} \left\{ ۱ - \sqrt{۱ - \text{جم}^{۲}\text{ فہ}} \right\}^{۲}$$

$$= \frac{\text{ع}^{۲} (۱ - \text{جب فہ})^{۲}}{\text{جم}^{۲}\text{ فہ}}$$

$$= \text{ع}^{۲} \frac{(۱ - \text{جب فہ})^{۲}}{(۱ - \text{جب}^{۲}\text{ فہ})}$$

$$= \text{ع}^{۲} \frac{۱ - \text{جب فہ}}{۱ + \text{جب فہ}}$$

$$\therefore \text{د} = \frac{\text{و م ع}^{۲}}{۲} \cdot \frac{۱ - \text{جب فہ}}{۱ + \text{جب فہ}}$$

سطح کے افقی اور دیوار کی پشت کے انتصابی ہونے کی صورت میں اس نظریے سے وہی نتیجہ حاصل ہوتا ہے جو رینکن کے نظریے سے حاصل ہوتا ہے۔

مٹی کے دباؤ کے متعلق شفلر[1] اور پانسی لٹ[2] کے نظریے۔

ان میں یہ فرض کیا گیا ہے کہ حاصل دباؤ افق سے ٹھہراؤ کے زاویہ فہ کے مساوی میلان رکھتا ہے لیکن جزئیات میں ان میں حسب ذیل اختلاف ہے۔ د کو فانے کے نظریے کے مطابق معلوم کیا جاتا ہے۔ پھر شفلر کے نظریے میں اس کو انتصابی سمت میں اور افق سے فہ کے زاویے پر تحلیل کیا جاتا ہے لیکن پانسی لٹ کے نظریے میں افقی سمت سے اور انتصابی سمت سے فہ کے زاویوں پر تحلیل کیا جاتا ہے (دیکھو شکل ۱۸۹)۔

مٹی کے دباؤ کے متعلق بیکر[3] کے عملی قواعد — سر بنجمن بیکر

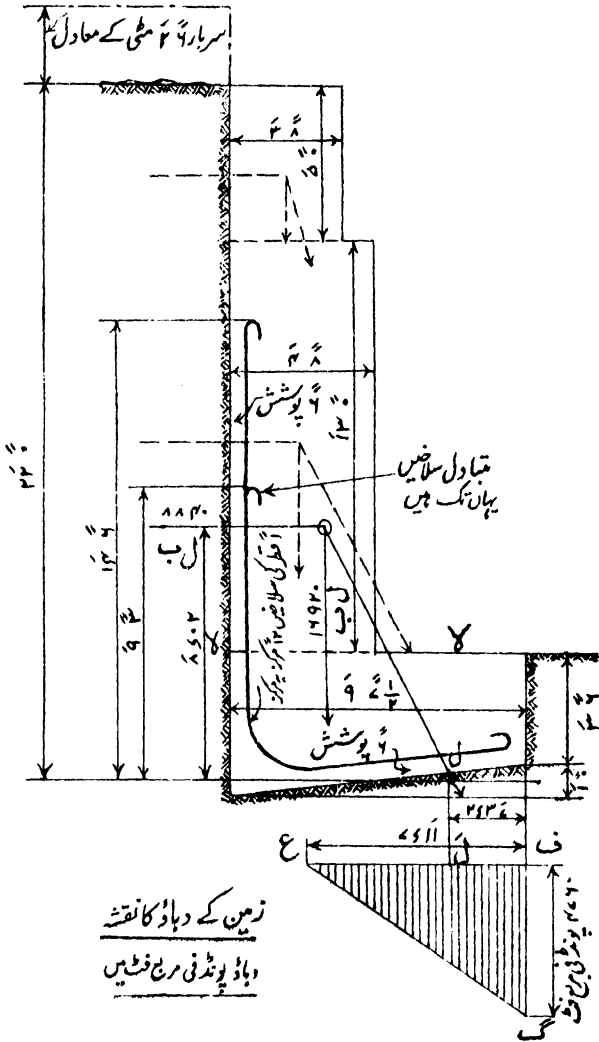
اپنے طویل تجربے کی بنا پر جوان کو پشتہ دیواروں کی عملی تجویز کے متعلق حاصل ہے یہ مشورہ دیتے ہیں کہ پشتہ دیواروں کو اس طرح تجویز کرنا چاہیے گویا کہ مٹی ایک ایسے سیال کے معادل ہے جس کا وزن ۲۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے اور قاعدے کی موٹائی بلندی کے $\frac{1}{4}$ سے $\frac{1}{2}$ تک ہونی چاہیے۔

فہ = ۴۰° اور و = ۱۲۰ پونڈ فی مکعب فٹ لیا جائے تو افقی سطح کی صورت میں $د = \frac{۱۲۰ ع^۲}{۶} = ۲۰ ع^۲$

بیکر کے مشورے کی رو سے $د = \frac{۲۰ ع^۲}{۲} = ۱۰ ع^۲$ یعنی رینکن کے

---

[1] Scheffler [2] Poncelet
[3] Baker

سربار ۲ فٹ مٹی کے معادل
۶" پوشش
متبادل سلاخیں
یہاں تک ہیں
۶" پوشش
زمین کے دباؤ کا نقشہ
دباؤ پونڈ فی مربع فٹ میں

شکل ۱۸۹

نظریے یا فانے کے نظریے سے قدرِ سلامتی بیکر کے نظریے کے مقابلہ میں دُگنی ہوتی ہے۔

ڈھلواں پشت کی دیوار کے لیے فانے کا نظریہ —

اگر دیوار کی پشت میں ڈھال ہو تو فانے کے نظریے میں دستور ہے کہ مٹی کے ۵ ب ۱ ۱ آ (شکل ۱۸۸) کو دیوار کا معاون فرض کیا جائے۔ فرض کرو کہ گ۱ اور گ۲ علی الترتیب دیوار اور ۵ کے مرکزِ ہندسی ہیں اور ان کے وزن و۱ اور و۲ ہیں۔ تب گ۲ سے افقاً ایک خط کھینچو جو و۱ کو تعبیر کرے اور گ۱ سے ایک افقی خط جو و۲ کو تعبیر کرے۔ سروں کو ترچھا ملاؤ۔ یہ گ۱ گ۲ کو جس نقطہ گ پر قطع کرے اُس میں سے حاصل وزن و۱ + و۲ عمل کریگا۔ اس کے بعد د معلوم کیا جاتا ہے اور باقی عمل حسبِ دستور کیا جاتا ہے۔

زمین پر دباؤ جب کہ دباؤ کا خط قاعدے کے وسطی ثلث کے باہر ہو —

شکل ۱۸۹ میں کنکریٹ کی ایک پشتہ دیوار دکھائی گئی ہے جس کو تراش لا لا پر محکم کیا گیا ہے جہاں تنفسی زور پیدا ہوتے ہیں اور جس میں دباؤ کا خط قاعدے کے وسطی ثلث کے باہر جا پڑتا ہے۔ دیوار ایک سربار کے تحت ہے جو ۲ فٹ ۶ انچ مٹی کے معادل ہے اور نقطہ دار خطوط سے دباؤ کا خط بالائی حصے اور تراش لا لا کے لیے ظاہر ہوتا ہے۔ حساب سے مٹی کا حاصل دباؤ دیوار کے فی فٹ طول ۸۸۴۰ پونڈ آتا ہے اور دکھائے ہوئے خط میں افقاً عمل کرتا ہے۔ دیوار کا وزن فی فٹ طول ۱۶۹۲۰ پونڈ ہے اور بوجھ نقطہ ل سامنے سے افقی فاصلہ ۲٫۳۷ فٹ پر ہے۔ زمین پر انتصابی دباؤ کی تقسیم مثلث ع ف گ سے تعبیر ہوتی ہے اور سر سے (Wray) کے قاعدے کے استعمال سے اس طرح حاصل ہوتی ہے:-

ف ع کو = ۳ ف لَ = ۳ × ۳٫۷ = ۱۱٫۱ بناؤ اور ف گ ایسا حاصل کرو کہ مثلث ع ف گ کا رقبہ مجموعی وزن و = ۱۶۹۲۰ پونڈ کے مساوی ہو یعنی

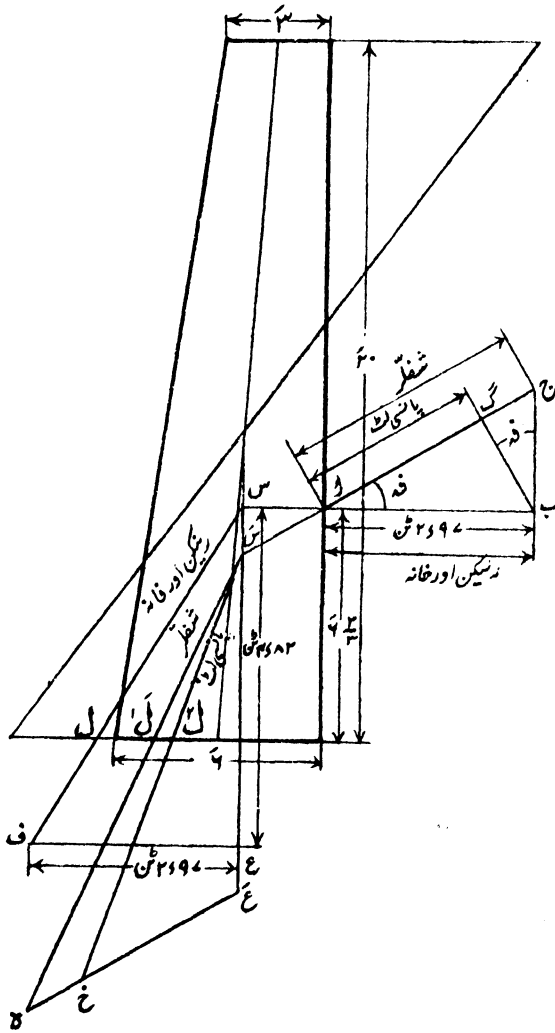
$$\frac{\text{ف گ} \times ۱۱٫۱}{۲} = ۱۶۹۲۰$$

یا

$$\text{ف گ} = \frac{۲ \times ۱۶۹۲۰}{۱۱٫۱} = ۳۰۶۰ \text{ پونڈ فی مربع فٹ}$$

آخر میں اس کا اقرار ضروری ہے کہ مٹی کے دباؤ کے متعلق ان میں سے کوئی بھی نظریہ فی الحقیقت قابلِ اطمینان نہیں البتہ ان سے جو نتائج حاصل ہوتے ہیں وہ عملاً قابلِ اطمینان ہیں اس لیے ان کو ایک بے خطر رہنما کے طور پر استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اس مضمون پر مزید تجرباتی تحقیقات کی سخت ضرورت ہے۔

پشتہ دیواروں کی عددی مثالیں

(۱) ایک پشتہ دیوار ۲۰ فٹ اونچی ہے اور مٹی کی سطح اُفقی ہے۔ دیوار قاعدے پر ۶ فٹ اور چوٹی پر ۳ فٹ چوڑی ہے اور اس کا وزن ۱۲۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ پشت انتصابی ہے۔ اگر مٹی کے لیے ٹھہراؤ کا زاویہ ۳۰° ہو اور وزن ۱۰۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو دیوار کی قائمیت کو جانچو۔

اس صورت میں

$$د = \frac{\text{م ع}^2}{۲} \cdot \frac{(۱ - \text{جب فہ})}{(۱ + \text{جب فہ})}$$

$$= \frac{۲۰ \times ۲۰ \times ۱۰۰}{۲} \cdot \frac{(۱ - ٫۵)}{(۱ + ٫۵)} \text{ پونڈ}$$

شکل نمبر ۱۹۰ - پشتہ دیوار کی مثال۔

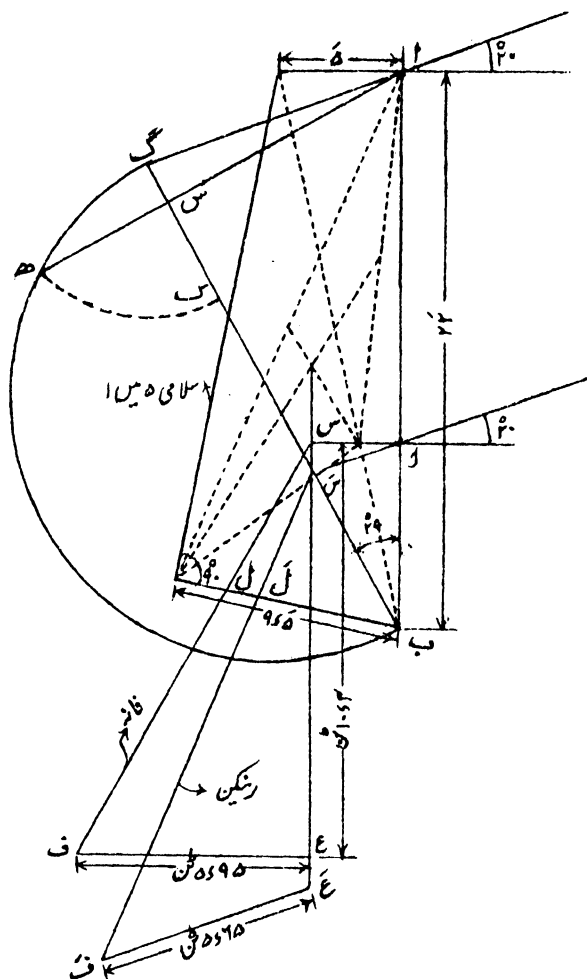
$$= \frac{۴۰۰ \times ۱۰۰}{۲۲۴۰ \times ۲} \times \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۳}{۲}} \text{ ٹن}$$

$$= ۲٫۹۷ \text{ ٹن}$$

$$و = \frac{۱۲۰ \times \frac{(۳+۶)}{۲} \times ۲۰}{۲۲۴۰} = \frac{۹ \times ۱۲۰۰}{۲۲۴۰}$$

$$= ۴٫۸۲ \text{ ٹن}$$

شکل نمبر ۱۹۰ میں دیوار کی تراش دکھائی گئی ہے۔ مرکزِ ہندسی معلوم کرنے کا طریقہ بھی دکھایا گیا ہے۔ قاعدے سے ایک تہائی ارتفاع پر ا ب افقاً ۲٫۹۷ ٹن کے مساوی قایم کرو اور اس کو مرکزِ ہندسی میں سے گزرنے والے انتصابی خط سے نقطہ س پر ملنے دو۔ اب س ع انتصاباً مساوی ۴٫۸۲ ٹن کے کھینچو اور ع ف افقاً مساوی ا ب کے، تب س ف دباؤ کا خط ہوگا اور قاعدے کے باہر واقع ہوتا ہے اس لیے معلوم ہوا کہ دیوار رینکین کے اور فاتے کے نظریے کی رُو سے غیر قائم ہے۔ شفلر[ہ] کے نظریے کے لیے ب میں سے ایک انتصابی خط کھینچو اور اُج زاویہ قہ = ۳۰° پر کھینچو اور اُج کو خارج کرکے مرکزِ ہندسی سے انتصابی سے سَ پر ملنے دو۔ تب اگر اُج اور س ع کے حاصل کے متوازی سَ لَ ہو تو لَ شفلر کے نظریے کی رُو سے بوجھ نقطہ ہوگا۔ یہ بوجھ نقطہ قاعدے کے اندر واقع ہوتا ہے لیکن وسطی ثلث کے باہر ہے۔

ہ Scheffler

شکل ۱۹۱ ۔ سربار لشتہ دیوار کی مثال۔

(۲) ایک سرباری پشتہ دیوار شکل ۱۹۱ میں دکھائی ہوئی تراش کی ہے۔ سرباری ۲۰° ہے اور مٹی کا وزن ۱۲۰ پونڈ فی مکعب فٹ اور ٹھہراؤ کا زاویہ ۲۹° ہے۔ اگر چنائی کا وزن ۱۵۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو دیوار کی قائمیت کی جانچ کرو۔

پہلے مرکزِ ہندسی معلوم کیا جاتا ہے جیسا کہ نقطہ دار خطوط سے دکھایا گیا ہے اور دیوار کا وزن فی طولی فٹ معلوم کیا جاتا ہے۔ یہ وزن ۱۰٫۴ ٹن ہوتا ہے۔

فانے کے نظریے کی رُو سے طول ب ک معلوم کیا گیا جو شکل ۱۸۰ میں حاصل کیا گیا ہے اور یہ ۱۴٫۹ فٹ آتا ہے۔

$$\therefore \quad د = \frac{۱۲۰}{۲} \times \frac{۱۵٫۲ \times ۱۵٫۳}{۲۲۴۰} = ۵٫۹۵ \text{ ٹن}$$

تب گزشتہ صورت کی طرح س ع = ۱۰٫۴ اور ع ف = ۵٫۹۵ قایم کرنے سے بوجہ نقطہ ل حاصل ہوگا جو وسطی ثلث کے ذرا باہر واقع ہوتا ہے۔

رینکن کے نظریے کی رُو سے د افق سے ۲۰° بناتا ہوا مساوی ہے

$$\frac{ث ع^{۲} جم ۲۰}{۲}\left(\frac{جم ۲۰ - \sqrt{جم^{۲} ۲۰ - جم^{۲} ۲۹}}{جم ۲۰ + \sqrt{جم^{۲} ۲۰ - جم^{۲} ۲۹}}\right)$$

یہ تقریباً ۵٫۶۵ ٹن آتا ہے۔ اِس طرح سَ عَ = ۱۰٫۴ اور عَ فَ = ۵٫۶۵ کو اُفق سے ۲۰° پر کھینچنے سے رینکن کے نظریے کی رو سے بوجہ نقطہ لَ حاصل ہوتا ہے جو وسطی ثلث کے اندر واقع ہوتا ہے۔

اگر شُفلو کے نظریے کو بھی آزمایا جائے جیسا کہ گزشتہ صورت میں کیا گیا ہے تو بوجھ نقطہ وسطی ثلث کے اندر پایا جائیگا۔

چلتی ہوا کے زیرِ عمل دیواروں اور دُود کشوں کی قائمیت۔

چنائی کی دیواروں اور دُود کشوں کی قائمیت حسبِ ذیل طریقے پر آسانی سے جانچی جا سکتی ہے۔

ہوا کے دباؤ فی مربع فٹ کو اُفقی اور بلندی پر غیر منحصر سمجھا جاتا ہے۔ اِس طرح ہوا کا حاصل دباؤ د (شکل ۱۹۲) مرکزِ ہندسی پر عمل کرتا ہے اور دُود کشوں کی صورت میں مساوی ہے دباؤ فی مربع فٹ اور تراش کے معادل رقبے کے حاصل ضرب کے۔

یعنی د = $\text{ط}_\text{ہ}$ × اع × ق

جہاں ا = ایک مستقل جو تراش کی شکل پر منحصر ہے (ا کی قیمتیں صفحہ ۶۴ پر دی گئی ہیں)۔

ع = بلندی

ق = اوسط قطر ہوا کی سمت کے علی القوائم

$\text{ط}_\text{ہ}$ = ہوا کے دباؤ کی حدت

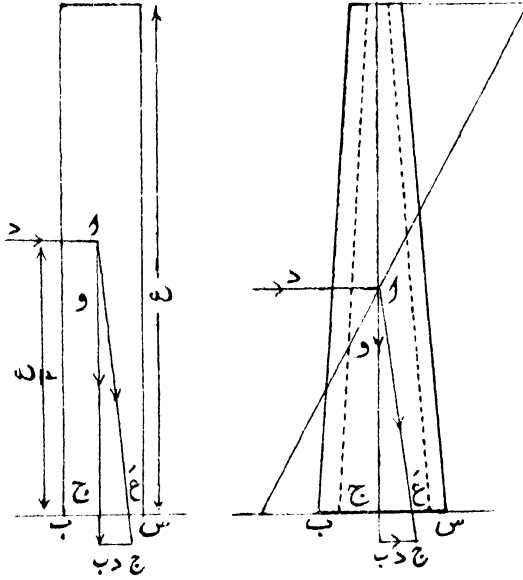
دیواروں کی صورت میں قائمیت فی طولی فٹ محسوب کی جاتی ہے

اور د = $\text{ط}_\text{ہ}$ × ع

فرض کرو کہ و دُود کش یا دیوار کا وزن فی طولی فٹ ہے۔

د کو خارج کر کے وزن کے خطِ عمل سے نقطہ ا پہ ملنے دو

اب = و اور ب ج = د بناؤ، اور ا ج کو ملاؤ جو ب س کو عَ پر ملے۔

تب اگر عَ قاعدے کے باہر ہو اور دیوار قاعدے پر صرف ٹکی ہوئی ہو تو دیوار اُلٹ جائیگی۔

شکل ۱۹۲ - دیواروں اور دُود کشوں کی قائمیت

اگر عَ قلب کے باہر ہو (یا دیوار کی صورت میں وسطی ثلث کے باہر) تو کھچ میں ب پر تناؤ پیدا ہو گا اور اگر عَ قلب کے اندر ہو تو دیوار بالکل قایم ہو گی۔

بہت سی دیواروں میں پایا جائیگا کہ دباؤ کے خط کے وسطی ثلث میں سے گزرنے کی شرط پوری نہیں ہوتی اور اس کے باوجود وہ کھڑی رہتی ہیں۔ اس کی کئی توجیہیں ممکن ہیں۔ غالباً اُن پر ہوا کا دباؤ اس شدت کا کبھی نہیں پڑا جو حساب میں فرض کی جاتی ہے۔ اِس کے علاوہ یہ نہیں کہا جا سکتا کہ اگر دباؤ کا خط وسطی ثلث کے باہر ہو تو دیوار اُلٹ جائیگی۔

صرف یہ کہا جا سکتا ہے کہ گچ میں تھوڑا تنشی زور پیدا ہوگا اور اگر یہ زور گچ میں خفیف سی تراق پیدا کرنے کے لیے کافی ہو تو بھی یہ لازم نہیں آتا کہ دیوار زمین پر آ رہیگی کیونکہ ہو سکتا ہے کہ باقی تراش کے اوپر فشاری زور پھر بھی بے خطر حدود کے اندر ہو۔ یہ کہنا بہت مشکل ہے کہ نقطہ ع کو ٹھیک ٹھیک کہاں پہنچنا چاہیے کہ دیوار منہدم ہو جائے۔ جیسا کہ ہم پہلے کہہ چکے ہیں بعض مصنفین کا بیان ہے کہ وسطی نصف بالکل بے خطر ہے۔ دیواروں کے متعلق ایک اور بات یاد رکھنی چاہیے۔ اوپر کا استدلال صرف غیر معین طول کی دیواروں کے لیے درست ہے۔ در اصل عملی صورتوں میں جانبی دیواریں جو زیر بحث دیوار سے علی القوایم ملحق ہیں قائمیت میں خاصا اضافہ کرتی ہیں۔ لیکن نظریہ میں اس کی قابل اطمینان رعایت مشکل ہے۔

پشتوں اور پایوں کی قائمیت ——— پشتہ یا پایہ ایسی تعمیر ہے جو دھکیل کو برداشت کرنے کے لیے تجویز کی گئی ہو۔ بالعموم پشتے، کمانوں نیز کھاص کر کماندار چھتوں، کے دھکیل کو سہارتے ہیں اور ان کو اس طرح تجویز کرنا چاہیے کہ دباؤ کا خط وسطی ثلث کے اندر ہو۔ ان کی قائمیت پر بالکل اسی طرح غور کیا جاتا ہے جس طرح کٹوں پر یعنی اس طرح کہ کسی دی ہوئی تراش کے اوپر کے دھکیل یا دھکیلوں کو اوپر کے وزن کے ساتھ ترکیب دیا جاتا ہے اور معلوم کیا جاتا ہے کہ بوجھ نقطہ کہاں واقع ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ ایک پشتہ شکل ۱۹۳ کے مطابق ہے اور اس پر دھکیل س اور ت ہیں۔ تب خطوط ۱ ۱، ب ب، ج ج، پر قائمیت یوں معلوم کی جاتی ہے:۔

فرض کرو کہ تینوں حصوں کے مرکز ہندسی گ$_1$، گ$_2$، گ$_3$ ہیں اور وزن و$_1$، و$_2$، و$_3$۔

اب ۰، ۱ = و$_1$، ۱، ۲ = و$_2$، ۲، ۳ = و$_3$ قایم کرو اور نیز ۰، ۴ = س

اور ۴، ۵ = دت قایم کرو۔ س کو خارج کرکے گ۲ میں کے انتہائی سے ا۲ پر ملنے دو اور ۱،۴ سے کے متوازی ا۲ ا۳ کھینچو جو ۱ ۱ سے ا۳ پر ملے۔

شکل ۱۹۳۔ پشتوں کی قائمیت۔

فرض کرو کہ یہ گ~۲~ میں کے انتصابی کو ب پر ملتا ہے۔ ۲، ۴ سے کے متوازی ب ج کھینچو جو ت کو ج پر ملے۔ ۲، ۵ کے متوازی ج د کھینچو جو ب سے د پر ملے اور فرض کرو کہ یہ گ~۳~ میں کے انتصابی کو د پر ملتا ہے۔ ۳، ۵ کے متوازی د ع کھینچو جو ج ج کو ع پر ملے۔ تب اگر گچ میں تناؤ نہیں ہونا چاہیے تو خط ا د ع کو وسطی ثلث کے اندر ہونا چاہیے۔

پشتوں کی قائمیت کو محسوب کرنے میں جس دیوار سے پشتہ نکلا ہوا ہوتا ہے اُس کے وزن کو بھی پشتے کے وزن کے ساتھ لینا چاہیے اور اس کے لیے دیوار کا وہ طول لینا چاہیے جو پشتوں کے درمیان ہے۔ سطحی خاکے میں دیوار اور پشتہ ملا کر ایک چھوٹی ٹانگ کا T ہوتے ہیں اور گ، گ~۲~، وغیرہ اسی تراش کے مرکزِ ہندسی لیے جاتے ہیں۔

پشتوں پر کے کلس ـــــ گرجاؤں اور دیگر پشتہ دار عمارتوں میں عموماً پشتوں کی چوٹی پر زیبائش کے کلس بنائے جاتے ہیں۔ اوپر کے بیان سے واضح ہوگا کہ یہ کلس زیبائش کے علاوہ کارآمد بھی ہوتے ہیں کیونکہ ان سے پشتوں کے وزن میں اضافہ ہو جاتا ہے اور اس طرح قائمیت بڑھ جاتی ہے خاص کر اُن نقطوں پر جو دھکیل کے نقطوں سے تھوڑا فاصلہ نیچے ہوتے ہیں۔

دیواروں، دُودکشوں اور پشتوں کی نقشہ کشی کے متعلق

نوٹ ـــــ دیواروں، دُودکشوں اور پشتوں کی قائمیت کو ترسیماً معلوم کرتے وقت یہ پایا جائیگا کہ قاعدے کو قابلِ لحاظ جسامت کا حاصل کرنے کے لیے نقشہ کو بہت بڑے پیمانے پر کھینچنا پڑیگا۔ اس وجہ سے بہتر یہ ہوگا کہ اُفقی فاصلوں کو انتصابی فاصلوں سے بڑے پیمانے پر کھینچا جائے لیکن تراش سے وزن وغیرہ محسوب کرتے وقت پیمانوں کے اختلاف کو

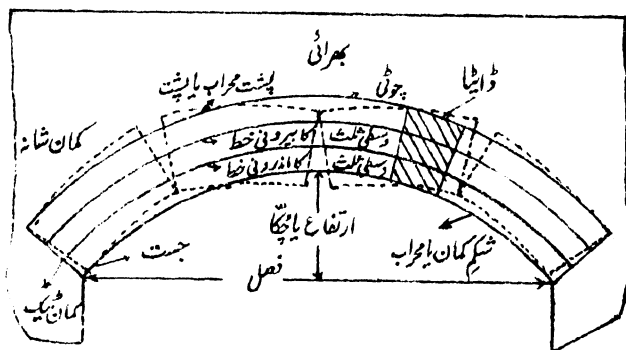
احتیاط کے ساتھ ذہن میں رکھا جائے۔

چنائی کی کمانیں

تعمیروں کے نظریے میں چنائی کی کمان کی قائمیت کی خاطر خواہ دریافت سب میں تکلیف دہ مسئلہ ہے۔ پہلے تو یہ کہ بھرائی سے کتنی مزید مضبوطی حاصل ہوتی ہے اس کا تعین دشوار ہے اور اگر کمان کے حلقے کو لچکدار شے کی کمان سمجھیں اور یہ اصول قایم کریں کہ دباؤ کا خط وسطی ثلث کے اندر واقع ہونا چاہیے تب بھی اتفقی تکمیل حاصل کرنے میں دشواری ہے۔

چنائی کی کمانوں کے متعلق اصطلاحیں (دیکھو شکل ۱۹۴)

کمان کا شکم اور پشت کمان کے حلقے کی اندرونی اور بیرونی حدود ہیں۔

کمان ٹیک وہ مائل پہل پایہ ہے جس پر کمان کا سب میں نچلا سرا یا جست (یا پہلو) ٹکتا ہے۔

شکل ۱۹۴ ۔ چنائی کی کمانیں

فصل کمان ٹیکوں کے نچلے کناروں کے درمیان ناپا جاتا ہے۔

ارتفاع یا چپکا کمان ٹیکوں کے نچلے سروں کو ملانے والے خط سے شکم تک ناپا جاتا ہے۔

ڈاٹیے فانہ نما بلاک ہیں جن سے کمان بنتی ہے۔ یہ ڈاٹیے بعض اوقات فرضی ہوتے ہیں۔

شانہ پشت اور چوٹی پر کے افقی مماس کے درمیان کی جگہ کو کہتے ہیں۔

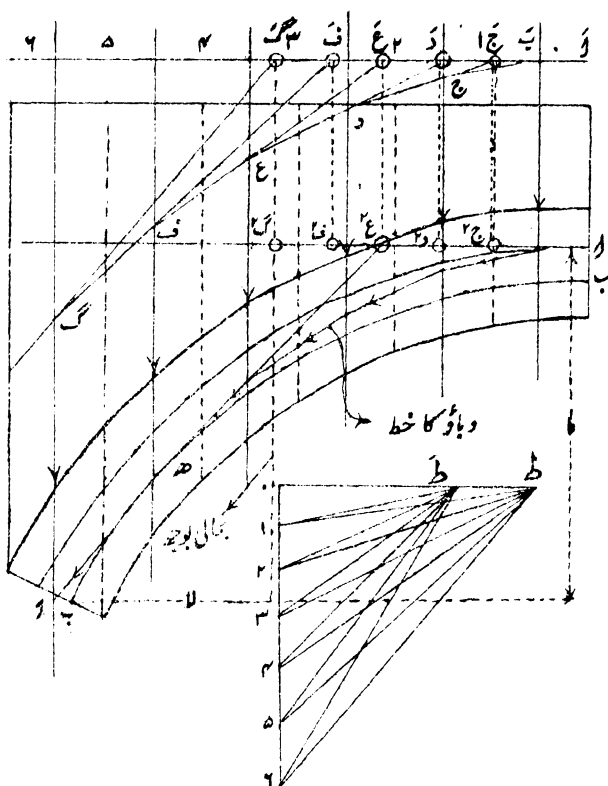
قائمیت دریافت کرنے کے لیے دباؤ کے فاصل خط کا

طریقہ —— اگر چنائی کی کمان کو سمجھا جائے کہ متعدد ڈاٹیوں سے بنی ہے جو باہم سیمنٹ کے بغیر رکھ دیے گئے ہیں تو دیکھو کہ کمان مقلوب کڑیوں (صفحہ $\frac{508}{509}$) سے بہت زیادہ قایم ہوگی کیونکہ کمان میں جب تک دباؤ کے خط کو وسطی ثلث (یا شفلر کی رو سے وسطی نصف) کے اندر رکھ کر لدانو کو جس طرح چاہیں بدل سکتے ہیں۔ اب فرض کرو کہ دباؤ کے فاصل خط کی یہ تعریف کی جاتی ہے کہ یہ دباؤ کا وہ خط ہے جو اس وقت واقع ہوتا ہے جب کہ ڈاٹیے عین کھلنے کو ہوں۔ اگر کمان گر جانے کو ہو یعنی ڈاٹیے کھل پڑنے کو ہوں تو دباؤ کا خط حرکت کریگا اور اس طرح اگر دباؤ کے فاصل خط کو وسطی ثلث کے اندر رکھا جا سکے تو اس طرح کے خط میں مزید حرکت کا میلان نہیں ہوگا اور اس طرح کمان قایم ہوگی۔

لدانو متشاکل ہو تو تجربے سے معلوم ہوا ہے کہ ناکارگی کے وقت کمان چوٹی پر اور چوٹی اور جیت کے درمیان کسی نقطے پر کھلتی ہے جیسا کہ شکل ۱۹۴ع میں نقطہ دار خطوط سے دکھایا گیا ہے۔ اس طرح دباؤ کے فاصل خط کو وسطی ثلث کی بیرونی حد کو چوٹی پر اور اندرونی حد کو چوٹی اور جیت کے درمیان کسی نقطے پر مس کرنا چاہیے۔

اس لیے کسی دی ہوئی صورت میں حسب ذیل عمل کیا جائیگا:—

نصف کمان پر غور کرو۔ پہلے وسطی ثلث کے خطوط ۱۱ اور ب ب

(شکل ۱۹۵ ء) کھینچو اور کمان کو چند انتصابی (عموماً مساوی) تراشوں سے تقسیم کرو

شکل ۱۹۵ ء - چنائی کی کمان کے لیے دباؤ کا فاصل خط -

اور ہر حصے کے مرکزی خطوط کھینچو - اِس کے بعد ہر حصے پر پڑنے والا وزن (جس کے اندر خود کمان کے حصے کا وزن بھی شامل ہے) محسوب کرو اور ان وزنوں کو خطوطِ قوت (۰، ۱) (۱، ۲) وغیرہ میں عمل کرتی ہوئی قوتیں سمجھو - اِن وزنوں کو ایک خط ۰، ۱، ۲ وغیرہ میں سے تعبیر کرو اور ۰ میں سے ایک افقی خط لے کر اس پر کوئی قطب ط لو - یہاں شکل میں پیچیدگی سے بچنے کے لیے صرف

۶ حصے کیے ہیں۔ کمان کے اوپر یا نیچے کسی مناسب فاصلے پر دباؤ کا ایک آزمایشی خط اَ بَ جَ دَ .... گَ کھینچو اور ہر ایک کڑی کو خارج کر کے پہلی کڑی اَ بَ سے نقاط جَ، دَ، ...... گَ پر ملنے دو۔ اب ان نقاط کو وسطی ثلث کے بیرونی خط ا و کے افقی مماس پر انتصاباً تظلیل کرو جس سے نقاط اَ، بَ^۲، جَ^۲، دَ^۲ ..... گَ^۲ حاصل ہونگے۔ اب اِن نقاط میں سے ہر ایک پر غور کرو کہ آیا کسی میں سے ایک خط کھینچا جا سکتا ہے جو وسطی ثلث کے اندرونی خط ب ب کو کمان کے اسی قطعے میں مس کرے۔ اگر اس طرح کا خط مل سکے (موجودہ صورت میں یہ خط نقطہ عَ^۲ سے حصہ ۴ کو ھ پر مس کرتا ہے) تو اس کے تناظر سمتی خط پر جو نقطہ ۴ ہے اس میں سے ایک خط اِس خط عَ^۲ ھ کے متوازی کھینچو۔ اِس سے نیا قطب طَ حاصل ہوگا جس کے ذریعہ دباؤ کا فاصل خط کھینچا جائیگا جیسا کہ دکھایا گیا ہے اور ہ طَ = افقی دھکیل ق۔

اگر ایسا کوئی خط نہ کھینچا جا سکے تو کمان کے حلقے کی جسامت کو بڑھانا پڑیگا۔

دباؤ کے فاصل خط کو حاصل کرنے کے بعد ابھی یہ دیکھنا باقی ہے کہ اعظم فشاری زور بے خطر حدود کے اندر ہے یا نہیں۔ اور دباؤ کا خط کمان کے مرکزی خط سے بہت بڑا زاویہ تو نہیں بناتا۔

قائمیت معلوم کرنے کے لیے اقل مزاحمت کے خط کا طریقہ

خط کا طریقہ —— اکثر کتابوں میں چنائی کی کمانوں کی قائمیت معلوم کرنے کا جو طریقہ دیا گیا ہے وہ اسی نام سے موسوم ہے اور ہم نے اوپر جو طریقہ بتایا ہے اُس سے ملتا جلتا ہے۔ لیکن اتنا فرق ہے کہ دباؤ کے خط کو فرض کیا جاتا ہے کہ وسطی ثلث کی حدود کو چوٹی اور جست پر مس کرتا ہے اور اس طرح عمل حسب ذیل ہوگا:— دباؤ کا آزمایشی خط ا ب ج... گ حسب سابق کھینچا جاتا ہے۔ اور آخری کڑی کو پیچھے خارج کر کے

نقطہ گ معلوم کیا جاتا ہے۔ تب اگر گ ہیں کے انتصابی خط کا فاصلہ جست پر کے نقطہ ب سے لا ہو اور ب کا انتصابی فاصلہ ا ہیں کے انتصابی سے ما ہو اور اگر نصف کمان پر مجموعی بوجھ و ہو اور افقی دھکیل ق ہو تو

$$ق = \frac{و\,لا}{ما}$$

۔ اس لیے اب اس کو نیا قطبی فاصلہ لے کر دباؤ کے خط کو کھینچو۔ شروع ا ہیں کے افقی خط سے کرو۔ تب اگر یہ دباؤ کا خط وسطی ثلث کے اندر ہو تو کمان قائمیت کی پہلی شرط کو پورا کرتی ہے۔ اگر اندر نہ ہو تو دباؤ کے خط کو شروع ا سے ذرا نیچے ا اور ب کے درمیان کسی نقطے سے کیا جاتا ہے یا ختم ا اور ب کے درمیان کیا جاتا ہے یہاں تک کہ آزمائش سے دباؤ کا ایسا خط حاصل ہو جائے جو وسطی ثلث کے اندر رہتا ہو۔ اگر پیہم آزمائش کے بعد بھی ایسا کوئی خط نہ مل سکے تو کمان کی موٹائی بڑھا دی جاتی ہے اور یہ عمل دہرایا جاتا ہے۔

چنائی کی کمانوں کے لیے عملی قاعدے

(۱) کمان کی موٹائی

م = کمان کی موٹائی مرکز پر انچوں میں
ر = چوٹی پر نصف قطر فٹوں میں
ف = فصل فٹوں میں

رینکن کا قاعدہ $\frac{م}{۱۲} = \sqrt{۱۲ء\,ر}$ اکیلے فصلوں کے لیے

$= \sqrt{۱۷ء\,ر}$ فصلوں کے سلسلے کے لیے۔

ٹراؤٹ وائین کا قاعدہ $م = \frac{\sqrt{ر + \frac{۱}{۲}ص}}{۴} + ۲ء$

(۲) پیل پایوں کی موٹائی

$$ٹ = \frac{ر}{۵} + \frac{ا}{۱۰} + ۲$$

جہاں ا = ارتفاع فٹوں میں

پہیل پایوں کی اونچائی قاعدے کے ۱½ گنے سے زیادہ نہ ہو۔

(۳) وسطی پایہ (سلسلے کے اندر) موٹائی $(\frac{۱}{۶}$ تا $\frac{۱}{۷})$ فصل

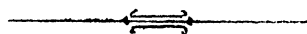
(۴) اینٹ کی کمانوں کے لیے عمدہ عام قاعدہ۔ فصل کے ہر ۵ فٹ کے لیے حلقے میں نصف اینٹ استعمال کی جائے۔

(۵) ریلوے کا عام دستور:—

$$\text{ارتفاع} = \frac{\text{فصل}}{۵}$$

$$\text{موٹائی} = \frac{\text{فصل}}{۱۸}$$

پہیل پایوں کی موٹائی = $(\frac{۱}{۴}$ تا $\frac{۱}{۵})$ فصل

وسطی پایوں کی موٹائی = $(\frac{۱}{۶}$ تا $\frac{۱}{۷})$ فصل

پندرہواں باب

محکم کنکریٹ اور مماثل تعمیریں

تمہید ـــــ اس دس سال کے عرصہ میں اُس طریقۂ تعمیر میں جو محکم کنکریٹ کے نام سے مشہور ہے بے انتہا ترقی ہوئی ہے۔ کنکریٹ کو بطور ایک تعمیری شئے کے صدیوں سے استعمال کیا جارہا ہے لیکن معلوم ہوا کہ اِس میں تنشی مضبوطی بہت کم ہے اور پچاس سال سے زیادہ ہوئے کہ یہ خیال ظاہر کیا گیا کہ اس کی اس کمزوری کی تلافی کرنی چاہیے اور وہ اِس طرح کہ تعمیر کے جس حصے میں تناؤ واقع ہونے والا ہو اِس میں لوہے کی سلاخیں یا چھڑیاں گاڑی جائیں۔ اِس طریقے کا استعمال زیادہ تر چھتوں پر کیا گیا۔ اور اگرچہ اِس طرح "محکم کی ہوئی" کنکریٹ کی سلوں پر کئے ہوئے بہت پہلے کے تجربات کا پتہ چلتا ہے لیکن اِن تعمیروں پر نظری علم کا اطلاق کرکے اُن کی تجویز کو سائنٹفک اُصول پر لانے کی کوشش حال ہی میں کی گئی ہے۔ انگریز انجنیر جو طبعاً نئے طریقوں کے اختیار کرنے میں جن کو ابھی زمانے نے جانچا نہ ہو جلدی نہیں کرتے محکم کنکریٹ کے استعمال میں پیچھے رہے ہیں۔ اِس طرح اِس کا بیشتر حصہ یورپ کے دیگر ممالک اور امریکہ میں انجام پایا ہے۔

محکم کنکریٹ کے پورے نظریے کو ابھی معیاری بننے کا رتبہ حاصل

نہیں ہوا ہے اِس لیے جو لوگ کہ اُس کی تجویز کے اصول کو سمجھنا چاہیں اُن کو بہت سے تجربات کے نتائج اور نظری بحثوں کا ذہن نشین کرنا ضروری ہے۔ یہ نتائج اور بحثیں مبتدی کے لیے بہت پُر خطر ہیں کیونکہ یہ عموماً اشیاء کے مخصوص اوصاف اور مخصوص حالات سے مختص ہوتے ہیں اس لیے اگر کسی ضابطے کی ہر رقم کا مفہوم معلوم نہ ہو اور اس کا صحیح فیصلہ نہ کیا جاسکے کہ آیا یہ ضابطہ زیرِ غور مسئلے پر قابلِ اطلاق ہے یا نہیں تو ایسے ضابطے کے استعمال سے بڑی غلطی کا احتمال ہے۔
موجودہ باب کا مقصد یہ ہے کہ بنیادی اصول بیان کیے جائیں جن پر محکم کنکریٹ کی نظری تجویز مبنی ہوتی ہے اور اس طرح طالب علم کو اس قابل بنا دیا جائے کہ ان مفصل اور دقیق بحثوں کو سمجھ سکے جو اِس مضمون کی معیاری درسی کتابوں میں پائی جاتی ہیں۔

کسی تجویز کی عمدگی اس پر موقوف ہے کہ آیا یہ دیے ہوئے شرائط کو پورا کر کے ممکنہ طور پر ارزاں ہے یا نہیں۔ اِس لیے محکم کنکریٹ کی تعمیر اسی صورت میں اختیار کی جائیگی کہ اسی قدر سلامتی کے ساتھ وہ بالکل فولاد یا بالکل کنکریٹ کی تعمیر سے ارزاں ہو (یہ فرض کیا گیا ہے کہ دیگر اخراجات ہر صورت میں وہی ہیں)۔ فولاد مساوی حجم کے کنکریٹ سے تقریباً ۵۰ گنی قیمت کا ہوتا ہے اور فولاد مساوی تراشی رقبے کے کنکریٹ سے فشار میں تقریباً تیس گنا اور تناؤ میں تقریباً تین سو گنا زیادہ مضبوط ہوتا ہے۔ اِس لیے خالص فشار میں کنکریٹ ایک دیے ہوئے بوجھ کو فولاد کی $\frac{3}{5}$ لاگت پر برداشت کریگا اور تناؤ میں اس کی لاگت ۶ گنی ہوگی۔ اِس لیے ظاہر ہے کہ ان دونوں اشیا کو موزوں طور پر اِس طرح ترتیب دے کر کہ وہ ایک جسم بن جائیں باکفایت تعمیر پیدا کی جاسکتی ہے۔ محکم کنکریٹ کی سائنٹفک تجویز میں یہی کیا جاتا ہے یعنی دونوں اشیاء کا سب میں زیادہ باکفایت تناسب اور ترتیب اختیار کی جاتی ہے۔

کنکریٹ کے خواص — کنکریٹ کے خواص اِس کی عمر پر

اور اس کے اجزا کے تناسب اور وصف پر منحصر ہوتے ہیں اور تجویز میں بے خطر زور کے لیے جو عدد اختیار کیا جائے اُس کے لیے یہ اطمینان کر لینا ضروری ہے کہ کنکریٹ اس وصف اور اِس عمر کا ہے جس کے لیے یہ اعداد اختیار کیے جاتے ہیں۔

فشار — کنکریٹ کی فشاری مضبوطی تقریباً سیمنٹ کے تناسب کے متناسب ہوتی ہے۔ شکل ۱۹۵ ا میں مسٹر جی۔ ڈبلیو۔ رافٹر (نیویارک) کے تجربات کے نتائج سے حاصل کر کے ایک نقشہ دکھایا گیا ہے۔ صاف خالص سلیکا ریت اور پورٹلینڈ سیمنٹ استعمال کی گئی تھی اور گٹی ، ریتیلے پتھر کی تھی جو ۲ انچ کے حلقے میں سے گزر سکتی تھی اور جس میں دھمس کے بعد ، ۳۷ فیصدی خلا رہتا تھا۔

فشاری مضبوطی عمر کے ساتھ بڑھتی ہے اور شکل ۱۹۶ میں ایک نقشے کے ذریعے معمولی سیمنٹ کے ساتھ کئے ہوئے تمثیلی تجربات کے نتائج دکھائے گئے ہیں۔

منحنی ا ایک حصہ سیمنٹ ، دو حصے ریت ، اور چار حصے گٹی کے آمیزے کے لیے ہے اور منحنی ب ۱ : ۳ : ۶ کے آمیزے کے لیے ۔ دی ہوئی شکلیں ایک ہی قسم کی سیمنٹ کے لیے ہیں۔ ۱ : ۲ : ۴ کے آمیزے کے لیے جس میں سیمنٹ اعلیٰ درجے کی ہو اور ریت صاف اور نوکدار ہو اور گٹی توڑے ہوئے پتھر یا بجری کی ہو حساب کے حسابات میں بے خطر فشاری زور ۲۸ دن کے بعد ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ لیا جا سکتا ہے۔

آج کل کی "فوراً سخت ہو جانے والی" سیمنٹوں سے مضبوطی مقابلۃً بہت تھوڑی مدت میں بہت زیادہ ہو جاتی ہے اور ان سے ۷ دن میں وہ مضبوطی حاصل کی جا سکتی ہے جو معیاری سیمنٹ سے ۲۸ دن میں حاصل ہوتی ہے۔

تناؤ — کنکریٹ کی تنشی مضبوطی پر اتنے تجربات نہیں کیے گئے جتنے فشاری مضبوطی پر۔ تنشی مضبوطی ترکیب اور عمر پر منحصر ہے اور اکثر

Mr. G. W. Rafter ۵

شکل ۱۹۵ ا

شکل ۱۹۶ -

ماہرینِ فن کا اِس پر اتفاق ہے کہ تنشی مضبوطی اسی عمر اور ترکیب کی فشاری مضبوطی کا دسواں حصہ لی جائے۔ موسیو کنسی دیر[5] نے، جو اِس فن کے چوٹی کے ماہرین میں سے ہیں، تجربات سے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ احکام کے بعد کنکریٹ اِس سے بہت زیادہ تنشی زور برداشت کرسکتا ہے کیونکہ احکام کی وجہ سے تطول کی تقسیم طول بھر میں یکساں ہوتی ہے۔ لیکن انھوں نے یہ خیال ظاہر کیا ہے کہ اس کھنچی ہوئی حالت میں کنکریٹ کوئی مزید بوجھ برداشت نہیں کرسکتا۔ پروفیسر ٹرنیر[5ا] نے اسی طرح کے تجربات کیے لیکن ان سے کنسی دیر کے نظریے کی تردید ہوتی ہے۔ اِن سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس بیش فساد کنکریٹ میں باریک باریک تڑقیں پیدا ہوجاتی ہیں جو آنکھ سے نظر نہیں آتیں لیکن ان میں سے پانی نفوذ کرسکتا ہے۔ اور یہ کہ اِن تڑقوں سمیت جو امتحانی ٹکڑے لیے گئے اُن کی مضبوطی اُن ٹکڑوں سے بہت کم ثابت ہوئی جو اِن تڑقوں کے درمیان سے کاٹے گئے تھے۔ زیادہ حال میں کئے ہوئے تجربات سے پروفیسر ٹرنیر کے نتائج کی تصدیق ہوتی ہے۔ محکم کنکریٹ کے اکثر نظریوں میں یہ فرض لیا جاتا ہے کہ کنکریٹ کی تنشی مضبوطی قابلِ نظرانداز ہے اور یہ کہ سارا تناؤ احکام کو برداشت کرنا ہوتا ہے۔ یہ شہتیروں کی بحث میں زیادہ وضاحت سے سمجھایا جائیگا۔

جزی ——— کنکریٹ کی جزی مضبوطی بہت صحت کے ساتھ معلوم نہیں۔ کسی چیز کی بھی جزی مضبوطی کا تجربے سے معلوم کرنا درحقیقت بہت دِقّت طلب امر ہے اور ایک پیچیدہ نوعیت کا کام ہے کیونکہ اس میں فشاری اور تنشی مضبوطیاں داخل ہوجاتی ہیں۔ مختلف ماہرین کا خیال ہے کہ جزی مضبوطی فشاری مضبوطی کے ۱۲ء سے ۲ء تک ہوتی ہے۔ فشار کے لیے جو ترکیب دی گئی ہے اِس ترکیب کے لیے بے خطر جزی زور ۷۵ پونڈ فی مربع انچ لیا جاسکتا ہے۔

لچک کا مقیاس ——— یہ چیز معمولی تعمیروں کی تجویز میں بہت

زیادہ شامل نہیں ہوتی۔ لیکن محکم کنکریٹ میں بے حد اہمیت رکھتی ہے۔ یہ زور فی مربع انچ اور فساد فی انچ طول کی نسبت ہے۔ اس کے اس قدر اہم ہونے کی وجہ یہ ہے کہ کنکریٹ اور فولاد ایک جسم واحد کی طرح عمل کرتے ہیں اور راست بوجھ کے تحت دونوں کے فساد ایک ہی ہونگے۔ اور ایک خاص فساد سے ایک خاص زور پیدا ہوتا ہے اور یہ زور اُسی صورت میں معلوم ہوگا کہ لچک کا مقیاس معلوم ہو محکم کنکریٹ کی تجویز میں فولاد اور کنکریٹ کے مقیاسوں کی نسبت درکار ہوتی ہے نہ کہ ہر ایک کی مختلف قیمت۔

اگر کنکریٹ فشار میں ہو تو زور اور فساد کا نقشہ ایک خط مستقیم نہیں ہوتا جیسا کہ شکل ۳ صفحہ (۱۰) سے معلوم ہوگا۔ اس لیے لچک کے مقیاس کا نام لینا درست نہیں کیونکہ اس کی قیمت زور کے ساتھ بدلتی رہتی ہے۔ فشار میں ۱ : ۲ : ۴ والے کنکریٹ کے لچک کے مقیاس کی قیمت، مختلف تجربات کی رُو سے تقریباً ۱۳۰۰۰۰۰ (۱٫۳ ملین) پونڈ فی مربع انچ سے تقریباً ۴۰۰۰۰۰۰ (۴ ملین) پونڈ فی مربع انچ تک بدلتی ہے اور اونچے زوروں پر کم ہوتی ہے اور پست زوروں پر زیادہ۔ نرم فولاد کا لچک کا مقیاس اس سے بہت کم متغیر ہے اور اس کی قیمت تقریباً ۲۹ ملین پونڈ فی مربع انچ ہے۔ اس طرح دیکھو مقیاسوں کی نسبت ۳٫۲۲ سے ۲۵٫۷ تک بدلتی ہے۔ اس نسبت کو ہم آیندہ م سے تعبیر کرینگے۔ عملاً اس کی قیمت ۸ سے ۱۵ تک اختیار کی جاتی ہے۔ قیمت ۱۵ بہت عام ہو گئی ہے اور اکثر برطانوی مجوز اس کو معیاری قیمت سمجھتے ہیں۔ لیکن یہ نسبت اتنی اہم چیز ہے کہ اس کی مزید تحقیق ہونی چاہیے اور یہ یاد رہے کہ کسی خاص مثال میں اختیار کرنے کے لیے بہترین قیمت وہ ہے جو زیر استعمال آمیزے کے لیے زیر تجویز زور کی حدود کے لیے پائی جائے۔ کنکریٹ کا مقیاس تناؤ میں وہ نہیں جو فشار میں ہے اور تجربات کے نتائج میں باہم بہت عدم مطابقت پائی جاتی ہے۔ دستور یہ ہے کہ کنکریٹ کی تنشی مزاحمت کو نظر انداز کر دیا جائے۔ اس لیے اس مقیاس کے متعلق ہم کوئی مزید بیان

نہیں دینگے۔

کنکریٹ اور فولاد کے درمیان چپک ـــــ محکم کنکریٹ کی کسی تعمیر میں یہ بالکل ضروری ہے کہ کنکریٹ اور فولاد کے درمیان اچھی پکڑ ہو کیونکہ فولاد اپنا حصۂ زور اسی صورت میں برداشت کریگا کہ فولاد اور کنکریٹ کے درمیان کوئی اضافی حرکت واقع نہ ہو۔ جوں ہی کہ ایسی کوئی اضافی حرکت واقع ہو کنکریٹ پر تنشی زور پڑیگا اور تڑق پیدا ہوگی۔ پکڑ میں عمدگی پیدا کرنے کے لیے احکامی سلاخوں کے متعلق بہت سی تجویزیں کی گئی ہیں یعنی ان میں کنٹھنے بنادینا یا ان کو بل دینا یا کوئی اور میکانی ذرائع اختیار کرنا۔ سادہ گول سلاخوں کی صورت میں فولاد کی سطح کی فی مربع انچ چپک اس طرح معلوم کی جاسکتی ہے کہ فولادی سلاخ کا ایک ٹول کنکریٹ میں گاڑدیں اور پھر دیکھیں کہ اس کو باہر کھینچ لینے کے لیے کتنی قوت درکار ہوتی ہے۔ اگر گاڑا ہوا طول ل ہو اور قطر ق تو تماسی سطح کا رقبہ π ق×ل ہوگا اور اگر سلاخ کو کنکریٹ میں سے کھینچنے کے لیے قوت ق درکار ہو اور چپک کا زور فی اکائی رقبہ ز ہو تو

$$ز = \frac{ق}{\pi \; ق \times ل}$$

اس کے متعلق بھی تجربات میں بہت اختلاف ہے۔ ز کی قیمت تقریباً ۱۵۰ سے ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ تک پائی گئی۔ لیکن ہم نے جس قسم کے آمیزے کے لیے اعداد دیے ہیں اس کے چپک کے زور کے لیے ۵۰ پونڈ فی مربع انچ ایک قابلِ اطمینان کامی زور سمجھا گیا ہے۔

پھیلاؤ کی شرح ـــــ محکم کنکریٹ کی تعمیر کی موافقت میں ایک بات اکثر بیان کی جاتی ہے اور وہ یہ کہ کنکریٹ اور فولاد دونوں کی شرح پھیلاؤ

ایک ہی ہے اور اس طرح تپش کی تبدیلی سے تعمیر میں کوئی اندرونی زور نہیں پیدا ہوتے۔ بہت سے ماہرین اس سے پورے متفق نہیں۔ اُن کا بیان ہے کہ کنکریٹ کی شرح 55×10^{-7} اور فولاد کی 66×10^{-7} فی درجہ فارن ہیٹ ہے۔

فولاد کے خواص ــــ فولاد کے خواص باب ۱ میں بیان کیے گئے ہیں۔

لچک کی حد ــ لچک کی حد فولاد میں کاربن کے تناسب پر منحصر ہے اور برطانوی نرم فولاد کے لیے اس کو ۴۲۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ لیا جا سکتا ہے لیکن جب کبھی ممکن ہو ٹھیک ٹھیک قیمت حاصل کر لینی چاہیے۔ اس مقدار کو معمولی فولادی تعمیروں میں زیادہ اہمیت نہیں دی جاتی لیکن محکم کنکریٹ میں اس کی بڑی اہمیت ہے کیونکہ تمام حسابات لچک کی حد تک کے لچک کے مقیاس پر منحصر ہیں اور جوں ہی کہ زور لچک کی حد سے گزر جائے یہ مقیاس تیزی سے گھٹتا ہے جس کی وجہ سے کنکریٹ پر زور دفعۃً بڑھ جاتا ہے۔ اس لیے فولاد کے تناؤ کا بے خطر کامی زور لچک کی حد کی ایک کسر لینا چاہیے نہ کہ انتہائی مضبوطی کی۔ اس ملک میں (یعنی انگلستان میں) اکثر مجوز لندن کاؤنٹی کونسل کے ضوابط کی پیروی کرتے ہیں جن میں فولاد کے کامی زور کی حد ۱۶۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ قرار دی گئی ہے۔ فشار میں فولاد کی مضبوطی اور دیگر خواص بالکل تناؤ کے سے لیے جا سکتے ہیں۔

جز ــــ فولاد کی جزی مضبوطی اُس کی تنشی مضبوطی کی تقریباً ۴/۳ ہے اور جز میں کامی زور ۱۲۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ لیا جا سکتا ہے۔

محکم کنکریٹ سادہ فشار میں ــــ ذیل میں سادہ فشار کے تحت محکم کنکریٹ کی مضبوطی پر جو بیان دیا گیا ہے اس سے خماؤ کے نظریے کے سمجھنے میں آسانی ہوگی جو آگے چل کر آنے والا ہے۔

آسان ترین صورت کے لیے ایک کنکریٹ کا ستون لو جس کو مرکزی فولادی قلب کے ساتھ محکم کیا گیا ہے۔ ہم کو یہ مان لینا ہوگا کہ ستون اتنا چھوٹا ہے کہ جھکاؤ کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے اور یہ مفروضہ جائز ہے اگر طول اقل قطر کے ۱۵ گنے سے زیادہ نہ ہو۔ ہم اس مسئلے سے صفحہ $\frac{\text{۴۸}}{\text{۴۹}}$ پر عمومی بحث کر چکے ہیں لیکن محکم کنکریٹ کی صورت کے لیے اس کا اعادہ کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ بوجھ و ہے اور طول ل اور فرض کرو کہ فولاد اور کنکریٹ کے تراشی رقبے علی الترتیب بف اور بک ہیں۔ جب بوجھ عمل کرتا ہے تو ایک خاص تقصر فی اکائی طول پیدا ہوتا ہے جو فرض کرو کہ لا ہے (لا = مجموعی تقصر ÷ ل)۔ اور فرض کرو کہ فولاد اور کنکریٹ کے لچک کے مقیاس سف اور سک اور ان کے اندر فشاری زور علی الترتیب فف اور ف ہوتے ہیں تب

$$\text{سف} = \frac{\text{فف}}{\text{لا}} \quad \text{یا} \quad \text{لا} = \frac{\text{فف}}{\text{سف}} \qquad \ldots\ldots (\text{۱})$$

لیکن چونکہ فولاد اور کنکریٹ کے درمیان پھسلن واقع نہیں ہوتی اس لیے کنکریٹ کا فشار بھی لا ہوگا۔

$$\therefore \text{لا} = \frac{\text{ف}}{\text{سک}} \qquad \ldots\ldots (\text{۲})$$

$$\therefore \frac{\text{فف}}{\text{سف}} = \frac{\text{ف}}{\text{سک}}$$

$$\text{یا} \quad \text{فف} = \frac{\text{سف}}{\text{سک}} \times \text{ف} = \text{م} \times \text{ف} \qquad \ldots\ldots (\text{۳})$$

اب فولاد پر بوجھ = فف × بف

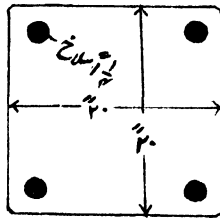
اور کنکریٹ پر „ = ف × بک

∴ مجموعی بوجھ و = فف × بف + ف × بک

$$= ف \times م \times ب_{ف} + ف \times ب_{ک}$$

$$= ف \left(ب_{ک} + م\, ب_{ف} \right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

$$یا \quad = ف_{ف} \left(\frac{ب_{ک}}{م} + ب_{ف} \right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

اس طرح دیکھو محکم ستون وہی عمل کرتا ہے جو اسی طول کا ایک کنکریٹ کا ستون کریگا جس کا رقبہ کنکریٹ کے رقبے مثبت فولاد کے رقبے کے م گنے کے مساوی ہو۔

شکل ۱۹۷ ۔

ذیل کی عددی مثال سے یہ واضح ہو جائیگا:۔

شکل ۱۹۷ میں ایک ستون دکھایا گیا ہے جو ۲۰ انچ مربع ہے اور جو چار ۱ ۱/۴ انچ سلاخوں سے محکم کیا گیا ہے۔ کامی بوجھ معلوم کرو اگر کنکریٹ کا کامی فشاری زور ۴۵۰ پونڈ فی مربع انچ لیا جائے۔ (راست فشار کے لئے مضبوطی عموماً خماؤ کے فشار سے کسی قدر کم لی جاتی ہے)۔

اِس صورت میں

$ب_ن = ۴ \times ۱٫۲۲۲۷ = ۴٫۹۱$ مربع انچ تقریباً

$ب_ک = ۲۰ \times ۲۰ - ۴٫۹۱ = ۳۹۵$ تقریباً

تب اگر م = ۱۵ تو

$و = ۴۵۰ (۳۹۵ + ۱۵ \times ۴٫۹۱)$ پونڈ

= ۲۱۰۸۷۰ پونڈ تقریباً

= ۹۴ ٹن تقریباً

فولاد کے زور کے لیے (۵) سے

$$ف_ن = \frac{و}{\frac{ب_ک}{م} + ب_ن} = \frac{م\,و}{ب_ک + م\,ب_ن} = \frac{۲۱۰۸۷۰ \times ۱۵}{۴۶۸٫۶}$$

= ۶۷۳۰ پونڈ فی مربع انچ تقریباً

[نوٹ از جانب مترجم:- اس سے زیادہ آسانی سے (۳) سے

$ف_ن = م \times ف = ۱۵ \times ۴۵۰ = ۶۷۵۰$ پونڈ فی مربع انچ]

چپک کا زور اِس صورت میں بہت صحت کے ساتھ نہیں معلوم کیا جاسکتا۔ اگر بوجھ کو تراش کے اوپر یکساں منقسم مانا جائے تو ہر ایک سلاخ کا حقیقی بوجھ حاصل ہوگا۔ اِس حقیقی بوجھ اور فولاد پر کے محسوبہ بوجھ کے فرق کو چپک سے برداشت ہونے والا بوجھ سمجھا جاسکتا ہے۔

محکم کنکریٹ کے شہتیر

محکم کنکریٹ کے شہتیروں کی مضبوطی کے لیے کئی ضابطے ہیں۔ یہ ضابطے خمیدہ شہتیر کے اندر زور کی تقسیم کے متعلق چند مفروضات سے اخذ

کیسے جاتے ہیں۔

ہم محکم کنکریٹ کے شہتیروں کے زور محسوب کرنے کے تین طریقوں پر غور کرینگے۔ ہر صورت میں تراش مستطیلی لی جائیگی کیونکہ یہی سب میں زیادہ عام ہے۔ اور ان تینوں طریقوں میں ہم ذیل کے مفروضات اختیار کرینگے:-

(۱) یہ کہ شہتیر کی جو تراش خمیدگی سے پہلے مستوی تھی وہ خمیدگی کے بعد بھی مستوی رہتی ہے (برنولی کا مفروضہ (دیکھو صفحہ ۱۸۸)۔

(۲) یہ کہ شہتیر خالص خماؤ کے تحت ہوتا ہے یعنی مجموعی فشاری زور مجموعی تنشی زور کے مساوی ہوتا ہے۔

معیاری ترقیم —— اس سارے باب میں ہم ذیل کی ترقیم اختیار کرینگے (دیکھو شکل ۱۹۸)۔

$$م = \frac{\text{ینگ کا مقیاس فولاد یا کسی اور دھات کے لیے}}{\text{ینگ کا مقیاس کنکریٹ کے لیے}} = \frac{ے_ف}{ے_ک}$$

ت = تنشی زور فی مربع انچ اِحکام میں

$ت_ک$ = " " کنکریٹ "

$ف_ت$ = فشاری " " اِحکام "

ف = " " " کنکریٹ "

$ب_ت$ = تراشی رقبہ اِحکام کا

$ب_ک$ = " " کنکریٹ کا

ض = شہتیر کا عرض

گ م = شہتیر کی مجموعی گہرائی

گ = شہتیر کی گہرائی اِحکام کے مرکز تک

ع = تعدیلی محور (حت م) کی گہرائی فشاری کنارے سے

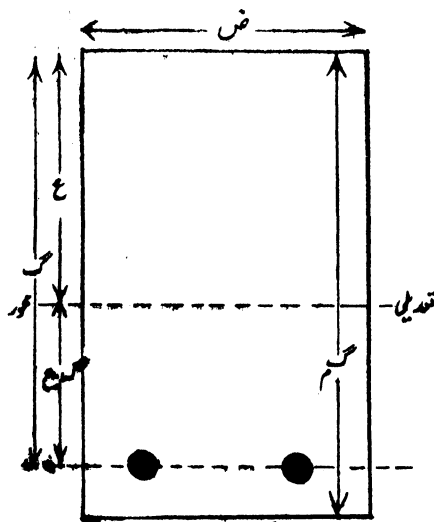
گ - ع = " " " اِحکام کے مرکز سے

ع ا = نسبت $\frac{ع}{گ}$

ر = اِحکام کے رقبے کا تناسب اس کے اوپر کے رقبے سے

$= \frac{ب ت}{ض گ}$

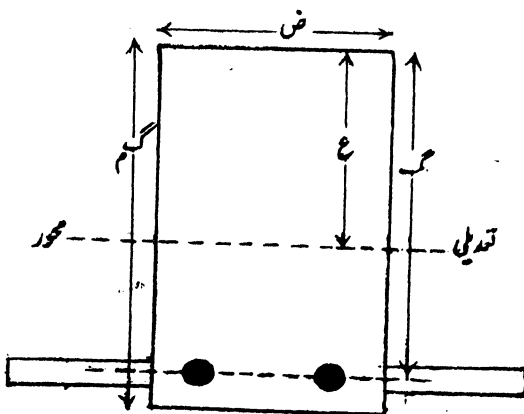
آ ع = تراش کا معادل معیارِ جمود

پہلا طریقہ۔ معمولی تماؤ کا نظریہ ——— پہلا طریقہ جس پر

شکل ۱۹۸۔ محکم کنکریٹ کے شہتیروں کے لیے ترقیم۔

ہم غور کر رہے ہیں زیادہ استعمال نہیں ہوتا کیونکہ اس سے بے خطر بوجھ کی مقدار امتحان سے حاصل ہونے والی مقدار سے کم حاصل ہوتی ہے۔ لیکن دو یکجا اشیا سے بنے ہوئے شہتیروں سے بحث کرنے کا عام طریقہ یہی ہے اور اس مضمون کے لیے یہ ایک مفید اور سبق آموز تمہید کا کام دیگا۔

اس طریقے میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ محکم کنکریٹ کا شہتیر بالکل ایک معمولی متجانس شہتیر کا عمل کرتا ہے جس میں احکام کی بجائے کنکریٹ کی ایک پتلی پٹی تعدیلی محور سے مستقل فاصلے پر رکھ دی گئی ہو جس کا رقبہ احکام کے رقبے کا م گنا ہو۔

اس طرح کی معادل متجانس تراش کا مرکز ہندسی، معیارِ جمود، اور گردشی نصف قطر معلوم کرنے کا طریقہ ہم صفحہ $\frac{۱۰۴}{۱۰۵}$ پر بتا چکے ہیں۔

عام صورت میں فرض کرو کہ تعدیلی محور (معادل مرکزِ ہندسی) تک فاصلہ ع ہے (شکل ۱۹۹) اور اس مرکزِ ہندسی کے گرد معیارِ جمود آع ہے۔

شکل ۱۹۹۔ محکم کنکریٹ کے شہتیر۔ پہلا طریقہ۔

$$\text{تب} \quad ت_ک = \frac{م ر (گ_م - ع)}{آ_ع} \quad \ldots\ldots (۱)$$

$$ف = \frac{م ر ع}{آ_ع} \quad \ldots\ldots (۲)$$

$$ت = \frac{م م ر (گ - ع)}{آ_ع} \quad \ldots\ldots (۳)$$

جہاں مر خماؤ کا معیار ہے۔

مستطیلی شہتیر کی صورت میں حسب ذیل نتائج حاصل ہونگے:-

$$\text{تراش کا معادل رقبہ} = ض گ + (م-۱) ب_ت \quad \ldots\ldots (۴)$$

جیسا کہ صفحہ ۱۰۵ پر سمجھایا گیا ہے رقبے کا اضافہ (م - ۱) ب_ت ہے کیونکہ اِحکام کو نکال کر اس کی بجائے اس کے رقبے کا م گنا کنکریٹ رکھ دیا جائے تو پہلے اُن سوراخوں کو بھرنا ہوگا جن میں اِحکام تھا۔ اِس میں رقبہ ب_ت صرف ہوگا۔ اِس طرح اضافہ = (م-۱) ب_ت

چوٹی کے گرد معیار لینے سے

$$ع \left\{ ض گ_م + (م-۱) ب_ت \right\} = \frac{ض گ_م^۲}{۲} + (م-۱) ب_ت گ$$

$$\therefore \quad ع = \frac{\frac{ض گ_م^۲}{۲} + (م-۱) ب_ت گ}{ض گ_م + (م-۱) ب_ت} \quad \ldots\ldots (۵)$$

اِس سے تعدیلی محور کا محل معین ہوتا ہے۔

تعدیلی محور کے گرد دوسرے معیار لینے سے

$$آ^۲ = \frac{ض ع^۳}{۳} + \frac{ض (گ_م - ع)^۳}{۳} + (م-۱) ب_ت (گ - ع)^۲ \quad \ldots\ldots (۶)$$

اِس ضابطے میں اِحکام کا اِس کے ذاتی محور کے گرد معیارِ جمود نظر انداز کر دیا گیا ہے۔

عددی مثال ـ مثال کے طور پر ایک شہتیر لو جس کا عرض ۶
اور گہرائی ۱۲ انچ ہے ـ اِحکام کا مرکز نچلے کنارے سے ۲ انچ ہے
اور اِحکام کا رقبہ = ۱٫۴۴ (دیکھو شکل ۲۰۰)۔

م = ۱۵ لینے سے

$$\frac{\text{۱۰×۱٫۴۴×۱۴×۲ + ۱۴۴×۶}}{\text{(۱٫۴۴×۱۴ + ۷۲) ۲}} = \text{ع}$$

$$= \text{۶٫۸۷ انچ}$$

$$\therefore \text{گ} - \text{ع} = \text{۱۲} - \text{۶٫۸۷} = \text{۵٫۱۳}$$

$$\text{آ} = \frac{\text{(۶٫۸۷)}^{\text{۳}}\text{×۶}}{\text{۳}} + \frac{\text{(۵٫۱۳)}^{\text{۳}}\text{×۶}}{\text{۳}} + \text{۱٫۴۴×۱۴×(۳٫۱۳)}^{\text{۲}}$$

$$= \text{۶۴۸ + ۲۷۰ + ۱۹۷ = ۱۱۱۵ تقریباً}$$

∴ کنکریٹ کے تناؤ کے لیے بے خطر زور ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ لینے سے

$$\text{بے خطر جھکاؤ کا معیار} = \frac{\text{۱۱۱۵ ×۱۰۰}}{\text{۱۲× ۵٫۱۳}} = \text{۱۸۲۰ پونڈ فٹ}$$

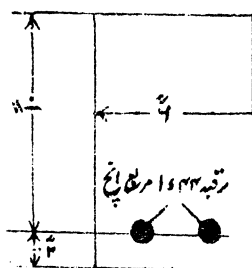
$$\text{تب}\ \text{ت}_{\text{ک}} = \text{کنکریٹ کا فشاری زور} = \frac{\text{۶٫۸۷×۱۰۰}}{\text{۵٫۱۳}} = \text{۱۳۴ پونڈ فی مربع انچ}$$

$$\text{اور}\ \text{ت} = \text{فولاد کا تنشی زور} = \frac{\text{۳٫۱۳×۱۰۰×۱۵}}{\text{۵٫۱۳}} = \text{۹۱۵ پونڈ فی مربع انچ}$$

دیکھو ت = ۱۰۰ لیا گیا ہے جو معمول سے زیادہ ہے لیکن اگر کنکریٹ تڑق جائے تو بھی فولاد کی گرفت باقی رہیگی اس لیے اتنا زیادہ زور لینے میں ہم حق بجانب ہیں۔

اوپر کی مثال سے ظاہر ہوگا کہ اِس طریقۂ حساب سے شہتیر کچھ زیادہ

باکفایت ثابت نہیں ہوتا کیونکہ فولاد پر بہت کم زور پڑتا ہے اور کنکریٹ کا فشاری زور بھی بہت کم ہے۔

اس وجہ سے دستور یہ ہے کہ کنکریٹ کے تنشی زور کو نظر انداز کردیا جائے یعنی اگر کنکریٹ تڑق بھی جائے تو کوئی حرج نہ ہو۔ عملاً یہ پایا گیا ہے کہ ایسی تڑقوں سے (دیکھو صفحہ ۶۱۸ سطر) کوئی حرج نہیں ہوتا جب تک کہ فولاد اور کنکریٹ کے درمیان چپک اچھی ہو اور فولاد کا تنشی زور اور کنکریٹ کا فشاری زور بے خطر حدود کے اندر ہوں۔

شکل ۲۰۰۔

اس سلسلے میں یہ بیان کردینا مناسب ہوگا کہ کنکریٹ کے تنشی زوروں کو نظر انداز کرنے سے قدرِ سلامتی بڑھ نہیں جاتی جیسا کہ بعض مصنفین کا بیان ہے۔ آگے چل کر معلوم ہوگا کہ ان زوروں کو نظر انداز کرنے سے بے خطر دباؤ کے معیار کی قیمت بہت بڑی حاصل ہوتی ہے اور اس طرح قدرِ سلامتی گھٹ جاتی ہے۔

اسی شہتیر کی مضبوطی بغیر اِحکام کے

مقابلے کی غرض سے ہم ایک بغیر اِحکام کے "۱۲ × "۶ کے شہتیر کی مضبوطی معلوم کرینگے۔

اِحکام موجود نہ ہو تو

$$ت_ک = \frac{م \times ۶}{\frac{۶ \times (۱۲)^۳}{۱۲}} = \frac{م}{۱۴۴}$$

اس صورت میں بے خطر ت ک = ۵۰ پونڈ فی مربع انچ لینے سے

بے خطر خماؤ کا معیار = $\frac{۱۴۴ \times ۵۰}{۱۲}$ = ۶۰۰ پونڈ فٹ

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ پہلے طریقۂ حساب کی رُو سے محکم شہتیر کی مضبوطی بے احکام شہتیر کی تین گنی ہوتی ہے۔ اس کی لاگت تقریباً دوگنی ہوگی۔ اس طرح دیکھو ۵۰ فیصدی کی کفایت ہوئی۔

دوسرا طریقہ۔ تناسب مستقیم اور صفر تناؤ والا طریقہ ——

اس طریقے کا یہ نام ہم نے اس لیے رکھا ہے کہ اس سے معلوم ہو جاتا ہے کہ مزید مفروضے کیا اختیار کیے گئے ہیں۔

مزید مفروضے یہ اختیار کیے جائینگے:۔

(ا) تمام تنشی زور احکام پر پڑتا ہے۔

(ب) کنکریٹ میں زور، فساد کے متناسب ہوتا ہے۔

(ج) احکام کا رقبہ اتنا خفیف ہے کہ اس پر زور مستقل فرض کیا جاسکتا ہے۔

شکل ۱۰۲ میں تراش، فساد کا نقشہ اور زور کا نقشہ دکھایا گیا ہے۔

ہمارے پہلے مفروضے (صفحہ $\frac{۶۲۵}{۶۲۶}$) کی رُو سے انتصابی مستوی تراش ا ب مائل مستوی تراش اَ بَ ہو جائیگی۔ تعدیلی محور نقطۂ ج پر ہے۔

ہم کو پہلے تعدیلی محور کا محل معین کرنا ہے۔

ااَ اور د دَ علی الترتیب کنکریٹ اور فولاد کے اعظم فسادات کو ظاہر کرتے ہیں۔ اور چونکہ خط اَ بَ کو مستقیم فرض کیا گیا ہے اس لیے یہ فسادات تعدیلی محور سے فاصلے کے متناسب رہینگے۔

$$\therefore \frac{\text{کنکریٹ کا اعظم فساد}}{\text{فولاد کا اعظم فساد}} = \frac{ع}{(گ - ع)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۷)$$

لیکن کنکریٹ کا اعظم فساد = $\frac{ف}{سے_{ک}}$

اور فولاد کا اعظم فساد = $\frac{ت}{سے_{ف}}$

$$\therefore \frac{ع}{گ - ع} = \frac{ف}{ت} \cdot \frac{سے_{ف}}{سے_{ک}} = \frac{م ف}{ت}$$

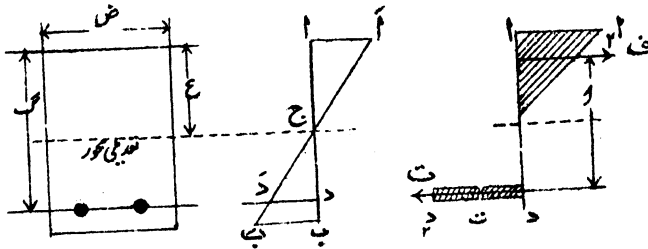
$$\therefore ع ت = م ف (گ - ع) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۸)$$

$$گ - ع = \frac{ع ت}{م ف}$$

$$\therefore گ = ع \left(۱ + \frac{ت}{م ف}\right)$$

$$\therefore ع = \frac{گ}{۱ + \frac{ت}{م ف}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۹)$$

اِس سے تعدیلی محور کا محل معین ہوگا جب کہ ف اور ت معلوم ہوں، لیکن ف اور ت ہمیشہ معلوم نہیں ہونگے۔ اگر اِحکام کی سلاخیں دی ہوئی جسامت کی ہوں تو ت اِس جسامت پر منحصر ہوگا اور تعدیلی محور کا محل معلوم کرنے کے لیے حسبِ ذیل عمل کرنا ہوگا:- زور نقشے سے تراش میں زور کی تقسیم معلوم ہوتی ہے۔ چونکہ زور کو فساد کے متناسب مانا گیا ہے اِس لیے کنکریٹ کا زور کا نقشہ ایک مثلث ہوگا۔ اِس لیے اوسط فشاری زور $\frac{ف}{۲}$ ہوگا اور چونکہ فشاری رقبہ ض × ع ہے اِس لیے مجموعی فشاری زور $\frac{۱}{۲}$ ض ف ع ہوگا۔

چونکہ فولاد میں زور یکساں فرض کیا گیا ہے اِس لیے فولاد کا مجموعی تنشی زور ت ب ہوگا اور اگر شہتیر پر خالص خماؤ عمل کر رہا ہو تو یہ فشار اور تناؤ مساوی ہونگے۔

شکل ۲۰۱ - محکم کنکریٹ کے شہتیر - دوسرا طریقہ۔

$$\therefore\ ت\ ب_{ت} = \frac{1}{2}\ ف\ ض\ ع \qquad \ldots\ldots (10)$$

یا

$$\frac{ف}{ت} = \frac{2\ ب_{ت}}{ض\ ع}$$

اس کا (۸) سے مقابلہ کرنے سے

$$\frac{2\ ب_{ت}}{ض\ ع} = \frac{ع}{م\ (گ - ع)}$$

$$\therefore\ ض\ ع^{2} = 2\ م\ ب_{ت}\ (گ - ع) \qquad \ldots\ldots (11)$$

$$\therefore\ ض\ ع^{2} = 2\ م\ ب_{ت}\ گ - 2\ م\ ب_{ت}\ ع$$

یا

$$ض\ ع^{2} + 2\ م\ ب_{ت} \times ع - 2\ م\ ب_{ت}\ گ = 0$$

اس کا قابلِ قبول حل یہ ہوگا :—

$$ع = \frac{م\ ب_{ت}}{ض} \left\{ -1 + \sqrt{1 + \frac{2\ ض\ گ}{م\ ب_{ت}}} \right\} \qquad \ldots\ldots (12)$$

چونکہ اس جملے میں تمام مقداریں معلومہ ہیں اس لیے اِس سے

تعدیلی محور کا محل معین ہو جائیگا۔

ہم اس کو یوں لکھ سکتے ہیں :-

$$\frac{ع}{گ} = \frac{م\ ب ت}{ض\ گ}\left\{\sqrt{1 + \frac{2\ ض\ گ}{م\ ب ت}} - 1\right\}$$

$$\text{یا}\quad \frac{ع}{گ} = ع_{1} = ر م\left\{\sqrt{1 + \frac{2}{م ر}} - 1\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

اگر م = ۱۵ لیا جائے تو یہ حاصل ہوتا ہے۔

ر =	$\frac{ع}{گ}$ =
۰۰۶ء	۳۶۵ء
۰۱۰ء	۴۱۷ء
۰۱۵ء	۴۸۳ء
۰۲۰ء	۵۳۰ء

مزاحمت کا معیار — اب ہم مزاحمت کا معیار مقابلۃً آسانی سے معلوم کر سکتے ہیں۔ حاصل فشار اپنے مثلث کے مرکز ثقل[ہ] پر عمل کریگا۔ اس لیے حاصل فشار اور تناؤ کے درمیان فاصلہ گ - $\frac{ع}{3}$ ہوگا۔ اس لیے اگر یہ حاصل فشار اور تناؤ ف اور حت سے تعبیر کیے جائیں تو مزاحم زوروں کا معیار جسے مزاحمت کا معیار کہا جاتا ہے یہ ہوگا :-

$$م\ م = ف\left(گ - \frac{ع}{3}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\ ف\ ض\ ع\left(گ - \frac{ع}{3}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

$$\text{یا}\quad م\ م = حت\left(گ - \frac{ع}{3}\right)$$

$$= ت\ ب ت\left(گ - \frac{ع}{3}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

ہ centre of gravity

اور یہ مزاحمت کا معیار اعظم خماؤ کے معیار کے مساوی ہونا چاہیے۔

عددی مثال — وہی تراش لو جو گزشتہ ضابطے کے سلسلہ میں لی گئی ہے (دیکھو شکل ۲۰۰) اور ف = ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ لو۔

مساوات (۱۲) سے

$$\text{ع} = \frac{۱۵\times۱٫۴۴}{۶}\left\{\sqrt{۱+\frac{۱۰\times۶\times۲}{۱۵\times۱٫۴۴}}-۱\right\}$$

$$= ۵٫۶۱ \text{ انچ}$$

$$\text{گ} - \text{ع} = ۱۰ - ۵٫۶۱ = ۴٫۳۹ \text{ انچ}$$

تب کنکریٹ کے لحاظ سے معیارِ مزاحمت یا بے خطر خماؤ کا معیار حسبِ ذیل ہوگا۔

$$\frac{۶\times۶۰۰}{۲}\times۵٫۶۱\left\{۴٫۳۹+\frac{۲}{۳}\times۵٫۶۱\right\} \text{ پونڈ انچ}$$

$$= \frac{۱۸۰۰}{۱۲}\times۵٫۶۱\times۸٫۱۳ = ۶۸۲۰ \text{ پونڈ فٹ تقریباً}$$

اِس کا مقابلہ پہلے طریقہ سے حاصل ہونے والے بے خطر خماؤ کے معیار سے کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ یہ اُس کا تقریباً چار گنا ہے۔

اِس صورت میں فولاد میں زور $= \dfrac{\text{م نہ}}{\text{بت}\left(\text{گ} - \frac{\text{ع}}{۳}\right)}$

$$= \frac{۱۲\times۵۷۰۰}{۸٫۱۳\times۱٫۴۴} = ۵۷۲۰ \text{ پونڈ فی مربع انچ}$$

فصل ۱۰ فٹ لیا جائے اور بوجھ یکساں منقسم ہو تو اعظم خماؤ کا معیار $\frac{\text{و}\times۱۰}{۸}$ فٹ پونڈ ہوگا۔

$$\therefore \frac{\text{و}\times۱۰}{۸} = ۵۷۲۰$$

$$\text{یا} \quad \text{و} = ۴۵۷۰ \text{ پونڈ}$$

اِس میں شہتیر کا وزن شامل ہے جو تقریباً

$$\frac{۶ \times ۱۲ \times ۱۰}{۱۴۴} \times ۱۴۴$$ پونڈ = ۷۲۰ پونڈ ہے۔

اِس لیے بے خطر یکساں منقسم بوجھ

= ۴۵۷۰ – ۷۲۰

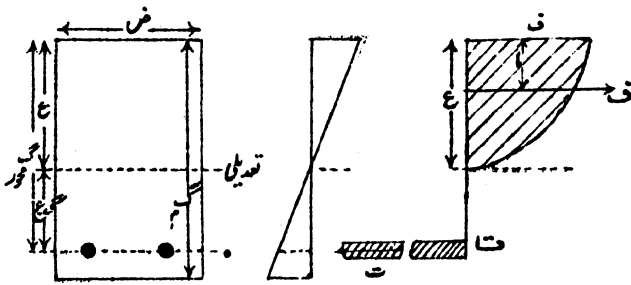
= ۳۸۵۰ پونڈ

فولاد کے زور سے معلوم ہوگا کہ اِحکام کا رقبہ ضروری سے زیادہ ہے۔
مساوات (۹) اور (۱۰) کو ملانے سے جـ کی ایسی قیمت حاصل ہوسکتی ہے جس سے کنکریٹ کے فشاری زور ۶۰۰ پونڈ فی مربع اِنچ کے لیے فولاد کا کوئی معقول زور مثلاً ۱۶۰۰۰ پونڈ فی مربع اِنچ حاصل ہو۔
اِس ضابطے کے نتائج امتحانات کے نتائج سے بہت مطابق ہوتے ہیں اور عملاً اِسی ضابطے کا استعمال سب میں زیادہ ہے۔

تیسرا طریقہ۔ عام صفر تناؤ کا طریقہ ——— اس طریقے میں ہم حسب سابق یہ فرض کرینگے کہ تمام تنشی زور فولاد برداشت کرتا ہے لیکن ہم یہ فرض کرینگے کہ کنکریٹ کے لیے زور فساد کا منحنی ایک خطِ مستقیم نہیں بلکہ کوئی اَور منحنی ہے۔
اِس طرح فساد کے نقشے سے زور نقشہ (شکل ۲۰۲) حاصل ہوگا۔
فرض کرو کہ اس کا رقبہ = ک × ف × ع اور اِس کا مرکزِ ہندسی چوٹی سے فاصلہ ما پر ہے۔
تب مساوات (۸) اور (۹) کی طرح

$$ع = \frac{(گ - ع)\, م\, ف}{ت}$$

$$\therefore\ ع = \frac{گ}{\frac{ت}{م\, ف} + ۱}$$

centroid ے

شکل ۲۰۲۔ محکم کنکریٹ کے شہتیر۔ تیسرا طریقہ۔

اب چونکہ مجموعی فشاری زور اور مجموعی تنشی زور مساوی ہونے چاہئیں اس لیے

ت جب = ک ض ع ف .... (۱۶)

∴ ع = (گ ـ ع) م جب / ک ض ع

∴ ک ض ع۲ = م جب (گ ـ ع)

یا ک ض ع۲ + م جب ع ـ م جب گ = ۰ .... (۱۷)

∴ ع = جب م / ۲ ک ض {√(۱ + ۴ گ ک ض / م جب ع) ـ ۱} .... (۱۸)

یا ع / گ = ر م / ۲ ک {√(۱ + ۴ ک / ر م) ـ ۱} .... (۱۹)

اور معیارِ مزاحمت

= م ز = ت جب (گ ـ ما) تناؤ کے لیے .... (۲۰)

= ک ض ع ف (گ ـ ما) فشار کے لیے ...... (۲۱)

عددی مثال، زور فساد کا منحنی مکافی — تراش وہی لو جو

سابقہ مثالوں کے لیے لی گئی ہے (دیکھو شکل عہ ۲۰۰)۔

اگر زور فساد کا منحنی ایک مکافی ہے جو فشاری کنارے پر مماسی ہو تو

$$\text{ک} = \frac{۲}{۳}$$

$$\text{ما} = \frac{۵}{۸}\,\text{گ}$$

اور دی ہوئی تراش کے لیے $\text{ع} = \frac{۱۵ \times ۱٫۴۴}{۶ \times \frac{۲}{۳} \times ۲} \left\{ \sqrt{۱ + \frac{۶ \times ۱۰ \times ۲ \times ۴}{۳ \times ۱٫۴۴ \times ۱۵}} - ۱ \right\}$

$$= ۵٫۱۲''$$

$$\therefore \text{گ} - \text{ع} = ۱۰ - ۵٫۱۲ = ۴٫۸۸$$

∴ کنکریٹ کے لیے بے خطر م ن

$$= \frac{۲}{۳} \times ۶ \times ۵٫۱۲ \times ۶۰۰ \,(۴٫۸۸ + ۳٫۲۰) \quad \text{پونڈ انچ}$$

$$= \frac{۲}{۳} \times \frac{۶}{۱۲} \times ۵٫۱۲ \times ۶۰۰ \times ۸٫۰۸ \quad \text{پونڈ فٹ}$$

$$= ۸۳۰۰ \quad \text{پونڈ فٹ تقریباً}$$

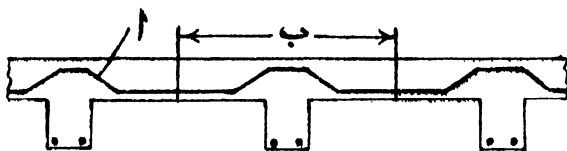
اور احکام کا زور $= \frac{\text{ن}}{\text{ف}} = \frac{۱۲ \times ۸۳۰۰}{۸٫۰۸ \times ۱٫۴۴} = ۸۵۶۰$ پونڈ فی مربع انچ

دیکھو اس طریقے سے بے خطر خماؤ کے معیار کی قیمت اور بھی زیادہ حاصل ہوتی ہے۔ کنکریٹ کا زور فساد کا منحنی اگرچہ تقریباً مکافی ہوتا ہے لیکن مکافی کا راس ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے زور پر نہیں ہوگا۔

ہمارا خیال ہے کہ اوپر کے بیان سے اب یہ واضح ہوگیا ہوگا کہ اگر کنکریٹ کے خواص صحت کے ساتھ معلوم ہوں اور کیا مفروضات اختیار کر رہے ہیں یہ ذہن میں صاف ہو تو پھر محکم کنکریٹ کے شہتیروں کے

زور معلوم کرنے میں کوئی دقت نہیں ہونی چاہیے۔

محکم کنکریٹ کے T شہتیر ——— محکم کنکریٹ کے سقف عموماً محکم سلوں پر مشتمل ہوتے ہیں جن کے ساتھ محکم شہتیر ایک طولی سمت میں معین فاصلوں سے ہوتے ہیں اور سل اور شہتیر یک لخت ہوتے ہیں۔ شکل ۲۰۳ میں اس طرح کے ایک سقف کی تراش دکھائی گئی ہے جس کو متعدد T شہتیروں کا مجموعہ سمجھا جا سکتا ہے۔ سل کے اندر ان T شہتیروں کے طول کے علی القوائم احکامی سلاخیں ا دی گئی ہیں اور ان کو اس طرح ترتیب دیا گیا ہے کہ سل کے مسلسل ہونے کی وجہ سے جہاں بالائی حصے میں خماؤ کا معیار معکوس ہو وہاں تناؤ کو برداشت کرے۔

شکل ۲۰۳۔

دستور یہ ہے کہ T شہتیروں کی کوروں کے موثر عرض کو T شہتیر کے فصل کے $\frac{1}{4}$ سے یا سل کی موٹائی کے ۱۲ گنے سے زیادہ نہ رکھا جائے۔
اب ہم صفر تناؤ تناسب مستقیم والا طریقہ اختیار کر کے شہتیر کے زوروں پر غور کرینگے۔

صورت ۱۔ اگر گس > ع تو وہی قواعد حاصل ہونگے جو طریقہ (۲) سے مستطیلی شہتیروں کے لیے حاصل ہوئے تھے اگر ض کی بجائے ضں درج کر دیا جائے۔

صورت ۲ — اگر گس < ع تو حسبِ ذیل عمل کرنا ہوگا:—

حسب سابق فشار کے نقشے پر غور کرنے سے

$$\text{ع} = \frac{(\text{گ} - \text{ع})\,\text{م ف}}{\text{ت}}$$

$$\text{ع} = \frac{\text{گ}}{1 + \frac{\text{ت}}{\text{م ت}}}$$

اب مجموعی زور کے نقشے (شکل ۲۰۴ء) پر غور کرو جس میں فشار کی شکل کا افقی معین = فشاری زور فی مربع انچ × شہتیر کا عرض۔

اب تراش پر مجموعی فشاری زور

$$= \text{ف} = \text{رقبہ}\,(\text{ک د ھ} - \text{ھ ق گ})$$

$$= \frac{\text{ف}\,\text{ض}_{\text{س}}\,\text{ع}}{2} - \frac{(\text{ض}_{\text{س}} - \text{ض}_{\text{ر}})\,\text{لا}}{2} \times \frac{\text{لا}}{\text{ع}} \times \text{ف}$$

$$= \frac{\text{ف}}{2}\left\{\text{ض}_{\text{س}}\,\text{ع} - \frac{(\text{ض}_{\text{س}} - \text{ض}_{\text{ر}})\,\text{لا}^2}{\text{ع}}\right\}$$

لیکن $\text{ف} = \text{ت} = \text{ت ب}_{\text{ت}}$

$$\therefore \text{ت ب}_{\text{ت}} = \frac{\text{ف}}{2}\left\{\text{ض}_{\text{س}}\,\text{ع} - \frac{(\text{ض}_{\text{س}} - \text{ض}_{\text{ر}})\,\text{لا}^2}{\text{ع}}\right\} \quad \text{......(۲۲)}$$

$$\therefore \frac{\text{ف}}{\text{ت}} = \frac{2\,\text{ب}_{\text{ت}}}{\left\{\text{ض}_{\text{س}}\,\text{ع} - \frac{(\text{ض}_{\text{س}} - \text{ض}_{\text{ر}})\,\text{لا}^2}{\text{ع}}\right\}}$$

$$\therefore \text{ع} = \frac{2\,\text{ب}_{\text{ت}}\,\text{م}\,(\text{گ} - \text{ع})}{\left\{\text{ض}_{\text{س}}\,\text{ع} - \frac{(\text{ض}_{\text{س}} - \text{ض}_{\text{ر}})\,\text{لا}^2}{\text{ع}}\right\}}$$

$$\text{یا}\quad \text{ع}\left\{\text{ض}_{\text{س}}\,\text{ع} - \frac{(\text{ض}_{\text{س}} - \text{ض}_{\text{ر}})(\text{ع} - \text{گ}_{\text{س}})^2}{\text{ع}}\right\} = 2\,\text{ب}_{\text{ت}}\,\text{م}\,(\text{گ} - \text{ع})$$

ع { ض ر ع + ۲ گ س (ض س − ض ر) + (گ س)² / ع (ض ر − ض س) }

= ۲ ج ب م (گ − ع)

یا ض ر ع² + ۲ ع { ج ب م − ۲ گ س (ض س − ض ر) }

= ۲ ج ب م گ + (ض س − ض ر) (گ س)² ......(۲۳)

شکل ۲۰۴ ۔ محکم T شہتیر۔

اس مساوات درجۂ دوم سے ع کی قیمت حاصل ہو سکتی ہے۔
تب اگر زور فساد کے منحنی کے فشاری حصے کے رقبے کا مرکزِ ہندسی اِنحکام کے مرکز سے فاصلہ و پر ہو تو

بے خطر خماؤ کا معیار = ف × و

فرض کرو کہ فشاری حصے کا مرکزِ ہندسی بالائی کنارے سے فاصلہ ما پر ہے۔

یہ مرکزِ ہندسی وہی ہوگا جو ایک اسی طرح کے جسم پر سیالی دباؤ کا مرکز دباؤ ہوتا جب کہ تعدیلی محور خطِ آب ہو۔ اِس صورت میں یہ آسانی سے ثابت کیا جا سکتا ہے کہ

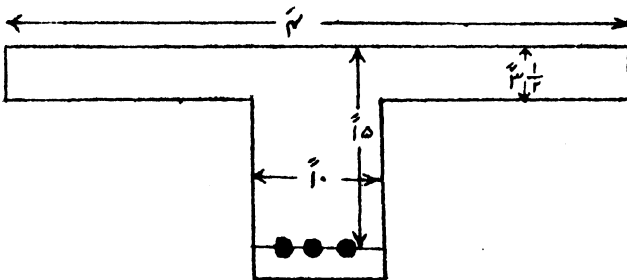
ع ـ ما = تعدیلی محور کے اوپر کے حصے کا دوسرا معیار تعدیلی محور کے گرد / تعدیلی محور کے اوپر کے حصے کا پہلا معیار تعدیلی محور کے گرد

$$= \frac{\frac{ض_س ع^۳}{۳} - \frac{(ض_س - ض_ر) لا^۳}{۳}}{\frac{ض_س ع^۲}{۲} - \frac{(ض_س - ض_ر) لا^۲}{۲}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲۴)$$

اِس کے ذریعے ا معلوم ہو سکیگا۔

اکثر مصنفین زور کے نقشے کے حصہ ف ع ھ کو نظر انداز کر دیتے ہیں لیکن اِس سے حسابات میں کوئی ایسی بہت آسانی نہیں پیدا ہوتی اِس لیے ہم اِسے نظر انداز نہیں کرینگے۔

[نوٹ :۔ ایک بہت آسان تقرب جو عملاً اکثر حسابات کے لیے کافی ہے یہ ہے کہ ما = ۴ء $گ_س$ اور ف = ۴۰۰ $ض_س$ $گ_س$ لیا جائے]۔

اِس صورت کے لیے اور مستطیلی شہتیر کے لیے یہ بھی کیا جا سکتا ہے کہ معادل تراش کا معیارِ جمود معلوم کیا جائے اور زور پہلے طریقے کے ضابطوں سے معلوم کیے جائیں۔

شکل ۲۰۵ ع۔

T شہتیر کی عددی مثال — T شہتیر کی وہ تراش لو جو شکل ۲۰۵ میں دکھائی گئی ہے۔ اِس صورت میں ہم اِحکام کے رقبہ حب کو دیا ہوا نہیں فرض کرینگے بلکہ اس کو حسب ذیل شرائط کے لیے محسوب کرینگے

ف = ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ

ت = ۱۶۰۰۰ " "

م = ۱۵

$$\text{اب ع} = \frac{\text{گ}}{\frac{\text{ت}}{\text{م ف}}+1}$$

$$= \frac{15}{\frac{16000}{600\times 15}+1} = 5.4 \text{ انچ}$$

∴ مساوات (۲۲) سے

$$\therefore 16000 \text{ حب} = \frac{600}{2}\left\{48\times 5.4 - \frac{(1.9)^2\times 38}{5.4}\right\}$$

∴ حب = ۴.۳۸ مربع انچ

اِس کے لیے یہ کرسکتے ہیں کہ $1\frac{3}{8}$ کی ۳ سلاخیں لی جائیں۔

معادل معیارِ جمود کے طریقے سے عمل کریں تو

$$\text{ع}^3 = 15\times 4.49\times (9.6)^2 + 48\times \frac{(5.4)^3}{3} - \frac{(1.9)^3\times 38}{3}$$

$= 8641$

$$\therefore \text{بے خطر جھکاؤ کا معیار} = \frac{8641\times 600}{5.4} = 96000 \text{ پونڈ انچ}$$

تقریبی قاعدے سے جو پہلے دیا گیا ہے:—

ا = ۱۵ − ۴٫۴ × ۳٫۵ = ۱۳٫۶

∴ ف = ۴۰۰ × ۴۸ × ۳٫۵ = ۶۷،۲۰۰ پونڈ

∴ ت = ۶۷،۲۰۰ پونڈ

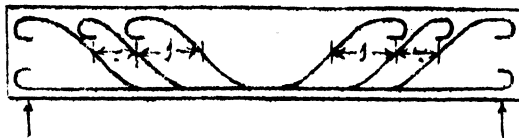
∴ بت = ۶۷،۲۰۰ / ۱۶۰۰۰ = ۴٫۲ مربع انچ

بے خطر خماؤ کا معیار = ف × ا = ۶۷،۲۰۰ × ۱۳٫۶ = ۹۱۰۰۰۰ پونڈ انچ

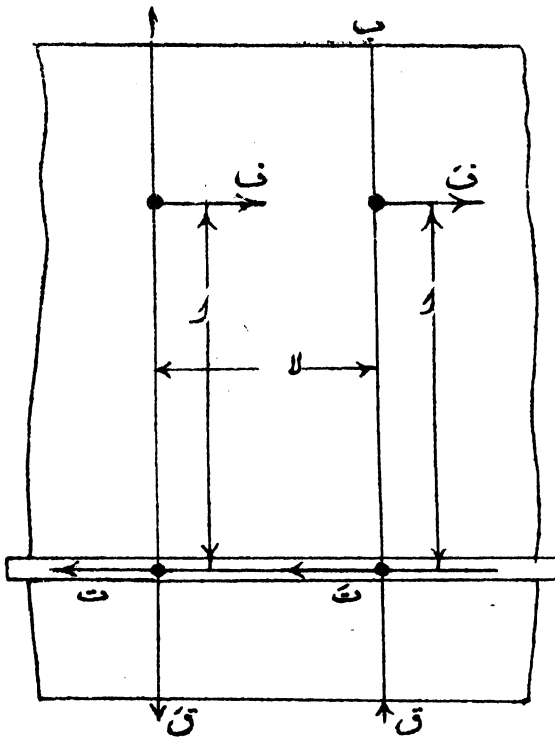
اتنی مطابقت عملی اغراض کے لیے کافی ہے۔

محکم کنکریٹ کے شہتیروں میں جزی زور اور چیک

محکم کنکریٹ کے شہتیروں کے جزی زوروں پر اب تک کچھ زیادہ روشنی نہیں ڈالی گئی۔ تجربات سے یہ قاعدہ کلیہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ معمولی فصل اور احکام کے معمولی فیصد کے شہتیر میں جہاں تک انتصابی جز کا تعلق ہے ۶۰ پونڈ فی مربع انچ کا بے خطر جزی زور اختیار کیا جاسکتا ہے۔

محکم کنکریٹ کے شہتیر کا جز تختی گرڈر کے جز سے اس لحاظ سے مختلف ہے :- تختی گرڈر میں جز کے فشاری جزو سے پیدا ہونے والے جھکاؤ کی رعایت سے کسنیاں لگانی پڑتی ہیں اور محکم شہتیر میں کسنیوں کی بجائے سلاخیں لگانی پڑتی ہیں جو جز کے تنشی جزو کو برداشت کریں اور ان سلاخوں کو اتنا لنگر ہونا چاہیے کہ اُن میں یہ تناؤ پیدا ہوسکے۔

شکل ۲۰۶ ۔ جزی احکام

شکل ۲۰۶ میں جزی زور کے انتظام کا ایک طریقہ دکھایا گیا ہے۔ مزید مثالیں اشکال ۲۰۹، ۲۱۰ میں دی گئی ہیں۔

طولی جز اور چپک ——— ایک محکم کنکریٹ کے شہتیر دو نقاط ا اور ب پر کی دو انتصابی تراشوں پر غور کرو جو ایک چھوٹے فاصلے لا پر ہیں (شکل ۲۰۷)۔ نقطہ ا پر خماؤ کے معیار کی وجہ سے مجموعی زور ف اور ت ہیں اور ب پر فَ اور تَ۔

شکل ۲۰۷ - محکم شہتیروں میں جزی زور۔

اب $ت = \frac{م_ا}{ر}$

$تَ = \frac{م_ب}{ر}$

$$\therefore\quad ت - تَ = \frac{م_ا - م_ب}{ل}$$

$$\therefore\quad \frac{ت - تَ}{لا} = \frac{م_ا - م_ب}{لا \times ل} = \frac{ق}{ل}$$

جہاں ق حصہ ا ب پر جزی قوت ہے اور لا کے چھوٹے ہونے کی وجہ سے $\frac{م_ا - م_ب}{لا}$ کے مساوی ہے۔

لیکن $\frac{ت - تَ}{لا}$ احکام کی کھینچ کا فرق فی اکائی طول ہے اور یہ وہ قوت ہے جو احکام کو کنکریٹ میں سے کھینچ کر نکال لینے کا تقاضا کرتی ہے، یا بالفاظِ دیگر

$$\frac{ت - تَ}{لا} = \text{چپک کی قوت شہتیر کے فی اکائی طول}$$

اب فرض کرو کہ چپک کا بے خطر زور = ز اور احکام کا مجموعی گھیر ھ ہے۔

تب ز × ھ = چپک کی بے خطر قوت فی اکائی طول

اِس لیے ق کو (ز × ھ × ل) سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

مثلاً صفحہ ۶۳۵ پر حل کی ہوئی مثال لو۔

اگر احکام دو گول سلاخوں پر مشتمل ہو تو ھ = ۸٫۶۳، اور اس مثال میں ل = ۸٫۳۱ اور ق = $\frac{۴۵۶۰}{۲}$ = ۲۲۸۰ تھا۔

$$\therefore\quad ز = \frac{۲۲۸۰}{۸٫۳۱ \times ۸٫۶۱} = ۳۱٫۹ \text{ پونڈ فی مربع انچ}$$

یہ بالکل بے خطر ہے۔

محکم کنکریٹ کے ستون

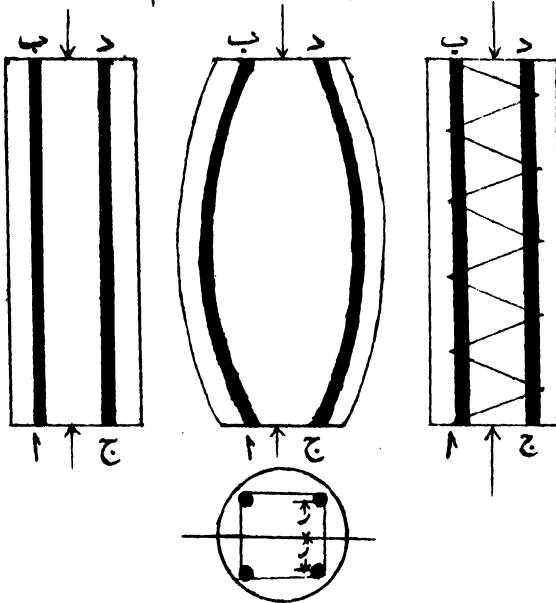
چھوٹے ستون مرکزاً لدے ہوئے ـــــ صفحہ $\frac{۶۲۳}{۶۲۴}$ پر دکھایا گیا ہے کہ

جس ستون میں جھکاؤ قابلِ نظر انداز ہو (اور اس کے لیے طول اقل قطر کے ۱۵ گنے سے کم ہونا چاہیے) اس کے لیے بے خطر بوجھ یہ ہوگا:-

$$د = ف (جب_{ک} + م جب_{ی}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲۵)$$

اِحکام کی آڑی بندش ـــــــ طولی اِحکام کے علاوہ کسی قسم کی بندش ضروری ہے تاکہ سلاخیں مطلوبہ فاصلے پر قایم رہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے :-

فرض کرو کہ ایک محکم ستون پر جس میں سلاخیں ا ب اور ج د ہیں (شکل ۲۰۸) فشار ڈالا جاتا ہے تو پورے ستون کے جھکاؤ سے بالکل علٰحدہ یہ ستون بیچ میں پھول جائیگا جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے اور اِحکامی سلاخیں جھک جائینگی کیونکہ ان کے لیے $\frac{ل}{ق}$ کی قیمت یا جھکاؤ کی قدر بہت بڑی ہوگی۔ اگر اِحکامی سلاخوں کو باہم باندھ دیا جائے،

ب د ا ج
ب د ا ج
ب د ا ج
ز ز

شکل ۲۰۸۔ محکم کنکریٹ کے ستون۔

جیساکہ شکل میں دکھایا گیا ہے، جس کی وجہ سے وہ جھک نہ سکیں تو ستون کا بیچ میں سے پھولنا بہت ہی گھٹ جائیگا اور اس طرح مضبوطی زیادہ ہوگی۔ موسیو کنسی دیر[۱] نے بہت سے تجربات سے معلوم کیا ہے کہ بہترین نتائج اُس وقت حاصل ہوتے ہیں جب کہ مرغولی لچھے احکامی سلاخوں کے گرد لچھے کے قطر کے ½ تا ⅒ کے باہمی فاصلوں سے ہوں۔

موسیو کنسی دیر کا مشورہ ہے کہ لچھوں سے ستون کی مضبوطی پر جو اثر پڑتا ہے اس کی رعایت یوں رکھی جائے:۔

فرض کرو کہ مرغولی لچھوں کا معادل رقبہ طولی احکام کی شکل میں ب_ل ہے (یعنی ب_ل = لچھوں کی دھات کا حجم / ستون کا طول)

تب بے خطر بوجھ = ف (ب_ک + م ب_ف + ۲۔۴ م ب_ل) ..... (۲۶)

لیکن آر۔ آئی۔ بی۔ اے کی رپورٹ میں اس کو اختیار نہیں کیا گیا۔

لمبے ستون مرکز آلدے ہوئے — محکم کنکریٹ کے لمبے ستونوں کی زیادہ تحقیق نہیں کی گئی۔

بعض ماہرین آئیلر کا ضابطہ استعمال کرتے ہیں جو متجانس تراش کے لیے وضع کیا گیا ہے یعنی

بے خطر زور = ز_ج = π^2 ے / ۴ ج۲ (دیکھو صفحہ ۴۵۹)

جس میں ج جھکاؤ کی قدر ہے۔ ج کی قیمت کے لیے معادل متجانس تراش کا گردشی نصف قطر (دیکھو صفحہ ۱۰۵) استعمال کیا جاتا ہے۔ یعنی

گ = $\sqrt{\text{آ} / \text{ب}}$

---

[۱] M. Considére

جہاں ب = ب$_ک$ + م ب$_ف$

آ = معادل دوسرا معیار

= آَ + (م-۱) ب$_ف$ ر^۲ (اس تراش کے لیے جو شکل ۲۰۸ میں دکھائی گئی ہے)

جہاں آَ اِحکام کو چھوڑکر باقی تراش کا معیارِ جمود ہے۔

اِس طرح آ = $\frac{\pi \text{ ق}^۴}{۶۴}$ + (م-۱) ب$_ف$ ر^۲ دائرے کے لیے

= $\frac{\text{ض ھ}^۳}{۱۲}$ + (م-۱) ب$_ف$ ر^۲ مستطیل کے لیے .... (۴۷)

تب بے خطر بوجھ = ن$_ج$ × (ب$_ک$ + م ب$_ف$)

رنیکن کا ضابطہ بھی ذیل کی شکل میں استعمال کیا جا سکتا ہے:

$$\text{ن}_\text{ج} = \frac{۴۰۰}{\frac{\text{ج}^۲}{۸۰۰۰} + ۱}$$

[نوٹ - اِس میں ۴۰۰ کی بجائے ۵۰۰ استعمال کرنا چاہیے اگر خماؤ کے لیے ۶۰۰ استعمال کیا گیا ہے]

ج کی قیمت ل اور گ کی رقوم میں سروں کے مختلف حالات کے لیے صفحہ ۲۶۴ پر دی گئی ہے۔

محکم کنکریٹ، راست زور اور خماؤ ایک ساتھ

فرض کرو کہ محکم کنکریٹ کی کسی تعمیر میں دباؤ کا خط تراش کو معادل مرکزِ ہندسی سے فاصلہ ی پر قطع کرتا ہے، اور عمادی دباؤ د ہے۔ تب راست زور $\frac{\text{د}}{\text{ب}}$ ہوگا اور خماؤ کا معیار د × ی ہوگا۔

اب فرض کرو کہ ب = معادل متجانس رقبہ

آ = معادل متجانس دوسرا امیار
لا = معادل مرکز ہندسی کا فاصلہ فشاری کنارے سے
ما = " " " " تنشی " "

تب کنکریٹ میں فشاری زور

$$= ز_ک = \frac{د}{ب} + \frac{د \times لا \times ی}{آ}$$

$$= د \left(\frac{۱}{ب} + \frac{لا \times ی}{آ} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots (۲۹)$$

کنکریٹ میں حاصل تنشی زور

$$= ز_ن = د \left(\frac{لا\ ی}{آ} - \frac{۱}{ب} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots (۳۰)$$

بہت سے ماہرین کمانوں، کوٹوں، پشتہ دیواروں، دُودکشوں وغیرہ جیسی تعمیروں کے لیے اُسی طریقے کو پسند کرتے ہیں جو کہ شہتیروں کے طریقہ نمبر ۱ (صفحہ ۶۲۷) کے معادل ہے۔

بے خطر زور زک اور زن علی الترتیب ۶۰۰ اور ۶۰ پونڈ فی مربع انچ لی جا سکتی ہے۔

مربعوں اور مستطیلوں کے لیے آ کی وہ قیمتیں لی جا سکتی ہیں جو مساوات (۲۷) میں دی گئی ہیں۔

دیگر لحاظات سے محکم کنکریٹ کی کمانوں، کوٹوں، پشتہ دیواروں، دُودکشوں وغیرہ کی قائمیت کے حسابات ویسے ہی ہونگے جیسے کہ اِس باب میں دیے گئے ہیں۔

اگر تنشی زور اوپر کی مقدار سے زیادہ ہو جائے تو اوپر کے ضابطوں کا اطلاق نہیں ہو سکیگا اور بہت دِقت طلب عمل کرنا ہوگا۔ اِس کا خاکہ مصنف کی کتاب "محکم کنکریٹ[۱] کی تعمیر کے مبادیات" میں دیا گیا ہے۔

---

[۱] Elements of Reinforced Concrete Construction

محکم کنکریٹ کی تعمیر کی تفصیلات کی مثالیں

اگرچہ اس کتاب کی وسعت اس کی اجازت نہیں دیتی کہ اُن کثیر التعداد عملی مسائل سے بحث کی جائے جو محکم کنکریٹ کی تفصیلی تجویز میں شریک ہوتے ہیں تاہم اشکال ۲۰۹ تا ۲۱۴ میں چند تمثیلی صورتیں دکھائی جائینگی جن سے مصنف کو سابقہ پڑا ہے۔

فولادی ڈھانچوں کی عمارتوں کے فرشوں کی سلیں (شکل ۲۰۹)۔

فولادی شہتیر جو فرش کے ڈھانچے کے طور پر ہیں نقطہ دار خطوط سے دکھائے گئے ہیں اور اِحکامی سلاخیں متبادلاً "سر اور دُم" کے طریقے پر رکھی گئی ہیں تاکہ بالائی اِحکام سہاروں پر کے منفی خماؤ کے معیار کو برداشت کرسکے۔ تمام سلاخوں کے خماؤ کی تفصیل اور اُن کی تعداد جدول میں دکھائی گئی ہے۔ محکم کنکریٹ کے نقشوں میں علامت ۵ سادہ مدور سلاخوں کو ظاہر کرتی ہے۔

محکم کنکریٹ کا شہتیر (شکل ۲۱۰)۔ یہ شکل محکم کنکریٹ کے ایک تمثیلی شہتیر کو دکھاتی ہے جو ایک مسلسل تعمیر کا ایک حصہ ہے۔ اوپر دو سلاخیں د بالکل سیدھی گزرتی ہیں اور جزی کڑیوں س کو ان کی جگہ قائم رکھنے میں مدد دیتی ہیں۔ سروں پر کے جزی اِحکام کی تکمیل سلاخ ج سے کی گئی ہے جس کو موڑ دیا گیا ہے۔ دیکھو اس سلاخ کے موڑ بڑے نصف قطر کے ہیں۔ تیز موڑوں سے بچنا چاہیے۔

دو ستونوں کے لیے متحد پایہ (شکل ۲۱۱) ــــ دونوں ستون

محکم کنکریٹ کے ایک مقلوب T شہتیر پر ہیں جو دونوں سروں پر ستونوں سے باہر نکلا ہوا ہے۔ قاعدے کی اس برآمدہ بیرمی سل کے لیے احکامی سلاخیں ج ہیں۔

محکم کنکریٹ کی دیواروں کے زمین دوز حوض (شکل ۲۱۱ الف)۔
انتصابی دیواروں کو بطور سلوں کے تجویز کیا گیا ہے جن کا فصل چوٹی اور تہ کے درمیان ہے اور جن کے سرے ثابت ہیں۔ احکام "چوٹی اور تہ دونوں" کا دیا گیا ہے کیونکہ جب حوض خالی ہوگا تو زمین کا دباؤ باہر سے ہوگا اور جب بھرا ہوا ہوگا تو دباؤ اندر سے ہوگا۔ دیکھو کنکریٹ کا آمیزہ معمولی ۱:۲:۴ والے آمیزہ سے زیادہ طاقتور ہے۔ اس سے آمیزہ پن روک ہوگا۔ نیز دیکھو ان نقشوں میں سے اکثر میں آمیزے کی تخصیص سیمنٹ کے وزن اور ریت اور گٹی کے حجم سے کی گئی ہے مصنف اس طریقے کا بہت حامی ہے۔

کوٹھے کی کرسی کی پشتہ دیوار (شکل ۲۱۲) — یہ ایک برآمدہ بیرمی دیوار ہے جس کی ایڑی کسی قدر پیچھے نکلی ہوئی ہے۔ یہ ایڑی انتصاباً بھی نکلی ہوئی ہے تاکہ پھسلن کی مزید روک ہو سکے۔ سلاخوں ھ سے ایڑی پر کی ناکارگی کو روکنے کے لیے مزید مضبوطی حاصل ہوتی ہے۔

محکم کنکریٹ کا لٹھا (شکل ۲۱۳) — صدر احکامی سلاخوں کو اچھی موٹی پوشش (۲ ½ انچ) دی جاتی ہے اور احکامی ڈھانچے کو استوار کرنے کے لیے سانچے میں رکھنے سے پہلے ڈھلی ہوئی فاصلہ بند سلاخوں ج کو وتری ارکان کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس قسم کے لٹھے کی تجویز میں اس کا خیال رہے کہ کاندھوں پر رکھ کر لے جاتے وقت جو خماؤ کے زور پیدا ہوتے ہیں وہ بے خطر حد سے زیادہ نہ ہوں۔

محکم کنکریٹ کا پہلے سے ڈھلا ہوا وتری رباط (شکل ۲۱۴)۔

یہ ایک پہلے سے ڈھلا ہوا وتری رباط ہے جو ستونوں کو لگایا جائیگا اور تہ پر ایک افقی رباط ہوگا جو نقطہ دار خطوط سے دکھایا گیا ہے۔ دیکھو آگے کو نکلی ہوئی بندشی سلاخیں مہیا کی گئی ہیں۔

چھتوں وغیرہ کو آگن روک بنانے کے لیے معمولی فولادکاری کے ساتھ جو محکم کنکریٹ کی ساخت استعمال ہوتی ہے اُس کی مزید مثالیں باب ۱۶ میں دی گئی ہیں۔

اوپر کی بحث میں ہم نے عملی نکات مثلاً قالب بندی، سانچے، کنکریٹ بچھانا، وغیرہ سے بحث کرنے کی کوشش نہیں کی۔ مضمون پر پورا عبور حاصل کرنے کے لیے ان کا جاننا ضروری ہے۔ ہماری بحث ایک تمہید ہے جس سے مقصود یہ ہے کہ عام باتیں معلوم ہوں اور نظریہ ممکنہ حد تک واضح ہو جائے۔ مزید معلومات کے لیے طلبہ جاریہ رسالوں اور مشہور مقالوں کا مطالعہ کریں جن میں سے مینِنگ[1] کی "محکم کنکریٹ کی تجویز"، فیبر[2] اور باؤی کی "محکم کنکریٹ کی تجویز" اور آلبن ایچ سکاٹ[3] کی "محکم کنکریٹ کا استعمال" قابلِ ذکر ہیں۔ نیز مصنف نے بھی ایک مختصر کتاب لکھی ہے جس کا ذکر صفحہ ۶۵۰ پر کیا گیا ہے۔

---

[1] Manning

[2] Faber and Bowie

[3] Alban H. Scott

احکامی جدول

ریمارکس	خماؤ	لمبائی	اعداد	جسامت	نشان	کشتیاں نشان
ا اور ب تبادلاً		۸' ۲"	۲۱	½" فہ	ا	ا
سر اور دُم ½ ۵" پر مرکز بہ مرکز		۱۰' ۹ ½"	۲۲	½" فہ	ب	
سر اور دُم ½ ۶" پر مرکز بہ مرکز		۱۰' ۱۱ ½"	۳۸	½" فہ	ج	ب
سر اور دُم تبادلاً ۸" پر مرکز بہ مرکز		[illegible]	۷	½" فہ	د	ج
		[illegible]	۸	½" فہ	ع	
سر اور دُم ۸" پر مرکز بہ مرکز		۸' ۲ ½"	۱۵	½" فہ	ف	د
سر اور دُم ۸" پر مرکز بہ مرکز		۸' ۱۱ ½"	۱۵	½" فہ	ک	ع
¼" فہ تقسیمی سلاخیں ہر جگہ ۶" مرکز بہ مرکز۔ جوڑوں پر آغوش ۲ فٹ صدر سلاخوں کو تار سے کسی ہوئی						
۳" سرے معیاری خم	کل ۲" لٹے ۶" معیاری ہک					
چوٹی اور پیندے پر ہر جگہ ½" کی پوشش ہونی چاہیے۔						
کنکریٹ کا آمیزہ ۲۰۰ پونڈ اعلیٰ سمنٹ ۴ مکعب فٹ ریت ¾" تک کی کھُردری گٹی کے ۸ مکعب فٹ						

شکل ۲۰۹۔ محکم کنکریٹ کی فرش کی سل۔

احکام				
نشان	جسامت	اعداد	طول	شکل
ا	⅞ فہ	۲	۲۵' ۵"	
ب	⅞ فہ	۲	۱۰' ۵"	
ج	⅞ فہ	۱	۲۶' ۱"	
د	⅞ فہ	۲	۲۵' ۵"	
س	½ فہ	۴۴	۸"	

شکل ۲۱۰ -

خماؤ	طول	اعداد	جسامت	نشان
	۱۵' ۵"	۲	۱⅛" ف	ا
	۱۵' ۵"	۲	۱½" ف	ب
	۶' ۳"	۲۷	⅝" ف	ج
	۱۴' ۳"	۲	½" ف	د
	۱۴' ۵"	۲	⅝" ف	ع
	۵' ۵"	۱۴	½" ف	ف

شکل ۳۱۱ - محکم کنکریٹ کی بنیاد۔

جھکاؤ	طول	اعداد	جسامت	نشان
احکام				
	۱۵' ۸½"	۱۷	⅜" فہ	و
	۱۷' ۴"	۱۷	⅜" فہ	ب
	۲' ۸"	۱۷	⅜" فہ	ج
	۲' ۱۱"	۹	⅜" فہ	د
مستقیم	۸' ۹"	۶	⅜" فہ	ع
مستقیم	۷' ۳"	۱۱	5/16" فہ	ف
½" اکل — معیاری ہُک				
پوشش ½" بجز ان مقاموں کے جہاں اس کے خلاف درج ہو۔				
کنکریٹ آمیزہ ۱ تھیلا (۹۴ پونڈ) پورٹلینڈ سیمنٹ ۴ مکعب فٹ ریت ۸ مکعب فٹ باریک گٹی۔				

شکل ۲۱۱ — محکم کنکریٹ کے حوض کی تفصیل۔

شکل ۲۱۲ محکم کنکریٹ کی پشتہ دیوار۔

شکل ۲۱۳ ۔ محکم کنکریٹ کا کاٹھا۔

احکام				
نشان	جسامت	تعداد	طول	خماؤ
و	اً فہ	۸	۴ ۱۸	۱۶ ۹
ب	۳/۸ فہ	۳۲	۳ ۳	اندر ۹
ج	۱/۲ فہ	۴	۴ ۴	۶ ۲
د	۱/۲ فہ	۴	۴ ۳	۳ ۲
ع	۱/۲ فہ	۸	۴ ۶	[illegible]
ف	۱/۲ فہ	۴	۴ ۲	[illegible]

شکل ۲۱۴ محکم کنکریٹ کا پہلے سے ڈھلا ہوا رباط

سولہواں باب

عمارتوں وغیرہ کی فولاد کاری کی تجویز

تمہید — آج کل عمارتوں کو جسیم اور بھاری بوجھ برداشت کرنے پڑتے ہیں اُن کی وجہ سے اب عمارتیں ایسی بنائی جانے لگی ہیں جو تقریباً فولاد کا ایک ڈھانچہ ہوتی ہیں جو چنائی سے ڈھکا ہوتا ہے۔

عمارت کے فولادی ڈھانچہ کو اس طرح تجویز کرنا چاہیے کہ خشت کاری کی امداد کے بغیر تمام بوجھوں کو برداشت کرے۔ خشت کاری کی موٹائی مقامی قوانین کی تابع ہوگی۔

تراشوں کی جسامتوں اور شکلوں کا انتخاب — ہم باب ۲ میں بیان کر چکے ہیں کہ دو تجویزیں مضبوطی میں مساوی ہوں تو اُن میں بہتر وہ ہے جس کی لاگت کم ہو (یہ لازماً وہ نہیں ہوگی جس میں مال مسالا کم صرف ہو)۔ لاگت زیادہ تر مال مسالے کی مقدار، کاریگری کی اجرت، اور کھڑا کرنے کی آسانی پر، اور مطلوبہ مال مسالے کی فراہمی کی آسانی پر منحصر ہوگی۔ مختلف ابعاد کی تراشوں کے مال کی تھوڑی مقدار کی لاگت ایک ہی تراش کی کثیر مقدار کی لاگت سے زیادہ ہوگی اور نیز جو تراش دوکان میں ہمیشہ موجود رہتی ہے وہ بہت ارزاں ہوتی ہے بہ نسبت اُس تراش کے جو فہرست میں تو موجود ہو لیکن اس کو خاص طور پر بیل کر مہیا کرنا پڑے جس میں تاخیر بہت ہوتی ہے۔ اس لیے کوشش یہ ہونی چاہیے کہ تجویز میں ایسی تراشیں استعمال

کی جائیں جو فوراً یا جلد دستیاب ہو سکیں اور نیز جہاں تک معقولیت کے ساتھ ممکن ہو ارکان کی زیادہ سے زیادہ تعداد ایک ہی تراش کی ہو۔

عملی آدمی کتابی علم کو اکثر مشتبہ نظروں سے دیکھتے ہیں۔ وہ اپنے شبہات کی تائید میں یہ کہتے ہیں کہ سائنٹفک تجویزوں میں تراشیں $\frac{1}{32}$ انچ تک محسوب کی جاتی ہیں جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ایک چھوٹی سی چھت قینچی میں بھی تمام سلاخیں مختلف تراشوں کی ہوتی ہیں۔ دراصل اس میں فنِ تجویز کی غلطی نہیں بلکہ مجوز کی جس نے فن کا ایک حصہ ذہن میں رکھا اور جو سب میں اہم چیز ہے یعنی عقلِ سلیم اسی کا استعمال نہیں کیا۔

بے شک خصوصی صورتوں میں مثلاً بہت بڑے فصل کے پل جن میں تعمیر کا مردہ بوجھ اکثر بعد میں پڑنے والے بوجھوں سے زیادہ ہوتا ہے، تراشوں کو صحت کے ساتھ محسوب کرنا چاہیے۔ لیکن اکثر صورتوں میں اُن ہی تراشوں کا استعمال ارزاں ہوگا جو عام استعمال میں ہوں۔

مثلاً ذیل کی تراشیں مقابلۃً آسانی سے دستیاب ہوتی ہیں:۔

T تراشیں:۔ تمام نئی معیاری تراشیں (یہ ضمیمے میں دی گئی ہیں)۔

مساوی L تراشیں:۔ تمام معیاری تراشیں (یہ ضمیمے میں دی گئی ہیں) سوائے ۹″ × ۹″، ۸″ × ۸″، ۴″ × ۴½″ کے۔

نامساوی L تراشیں:۔ ۹″ × ۴″، ۸″ × ۴″، ۷″ × ۳½″، ۶″ × ۴″، ۶″ × ۳½″، ۶″ × ۳″، ۵″ × ۳″، ۴″ × ۳″، ۳″ × ۲½″۔

نالی دار تراشیں:۔ تمام نئی معیاری تراشیں سوائے ۱″ × ۴″ اور ۱۰″ × ۳″ کے۔

Z تراشیں بہت کم استعمال ہوتی ہیں۔

چپٹی سلاخیں۔ ۶″ تا ۹″۔ اور عرض میں انچوں کے جفت اعداد ۲۰″ تک پھر ۲۴″، ۳۰″، ۳۶″۔

یہ معلوم ہو کہ اوپر کی فہرست صرف رہبری کے لیے ہے اور یہ نہ سمجھا جائے کہ کارخانے دوسری تراشیں لازماً نہیں ہی رکھینگے۔

بعض کارخانے "فولادی مال کے زائد دام" کے نام سے ایک کتاب شایع کرتے ہیں جس کو مجوز دیکھ لیا کریں تو مناسب ہے۔

ٹکڑوں کے طول۔ کارخانوں کا دستور ہے کہ چند مقررہ طولوں سے زیادہ کے لیے زیادہ دام لیتے ہیں۔ اِن مقررہ طولوں کے اوسط تقریباً حسب ذیل ہیں:۔

چپٹی سلاخیں	۴۰ فٹ
زاویے اور T	۶۰ "
I شہتیر اور نالیاں	۵۰ "
تختیاں	۳۵ فٹ تقریباً ۷ فٹ ۶ انچ کے عرض تک

تختیوں کی موٹائی۔—— سب میں زیادہ کثیرالاستعمال موٹائیاں $\frac{3}{8}$"، $\frac{1}{2}$" اور $\frac{5}{8}$" ہیں اور اگر اس سے زیادہ موٹائی درکار ہو تو عموماً دو تختیوں کو ریوٹ کرلیا جاتا ہے۔ لیکن پیٹیا تختیوں کے لیے اکثر $\frac{3}{4}$" تا ۱" استعمال کیے جاتے ہیں۔ $\frac{1}{32}$ انچ کے طاق ضعفوں سے عموماً احتراز کیا جاتا ہے کیونکہ ان سے کھڑا کرنے میں پیچیدگی ہوتی ہے۔

فولادکاری کی تکمیل۔ —یہ تخصیص عام طور پر کی جاتی ہے کہ کور کی تختیوں کے کنارے رندہ کیے ہوئے ہوں لیکن دراصل بہتر یہ ہوگا کہ رندہ کی ہوئی تختیوں کے بجائے چپٹی سلاخیں استعمال کی جائیں کیونکہ رندہ کرنے میں بہت وقت لگتا ہے اور کارگاہ میں اس کی وجہ سے چپقلش ہوجاتی ہے اور اس کے علاوہ بیلی سلاخوں کی کھال تکسید کی مدافعت زیادہ اچھی طرح کرتی ہے۔ اور اگر تعمیر کی تکمیل کے بعد یہ کنارے نظر آنے والے نہ ہوں تو رندہ کرنے کی کوئی ضرورت ہی نہیں۔ ہاں البتہ جن تختیوں اور دیگر تراشوں میں عمدہ مسندی سطح پیدا کرنے کی ضرورت ہو اُن کو رندہ کرنا لازمی ہے۔

عمارتوں پر کے بوجھ۔ مُردہ بوجھ—— اس میں دیواروں، چھتوں،

ٹانکیوں، اور تمام مستقل تعمیر کے وزن شامل ہیں اور اس کو سرسری نقشوں سے جتنا صحت کے ساتھ حاصل ہو سکے حاصل کرنا چاہیے۔

زندہ بوجھ۔ ذیل کی جدول میں وہ معادل مردہ بوجھ دیے گئے ہیں جو مختلف ماہرین نے فرش کے فی مربع فٹ تخصیص کیے ہیں۔ لندن کے قانونِ تعمیر کی ذیل میں جو اعداد دیے گئے ہیں اُن کے متعلق یہ معلوم ہو کہ اب لندن کونٹی کونسل کو ان اعداد میں ترمیم کا اختیار حاصل ہے اور مصنف کا خیال ہے کہ لندن کونٹی کونسل کو درخواست دینے پر بہت سی صورتوں میں تعمیری انجنیروں کی مجلس کے قائم کیے ہوئے اعداد کی اجازت دی گئی ہے۔

فرش کی قسم	اوپر سے پڑنے والا بوجھ پونڈ فی مربع فٹ				
	لندن کا قانونِ تعمیر ۱۹۰۶ء	تعمیری انجنیروں کی مجلس	کینیڈا	نیویارک	جرمنی
سکونتی مکان	۷۰	۴۰ تا ۶۰	۳۰ تا ۴۰	۴۰	۴۱
ہوٹلوں کی خوابگاہیں و دفاتر	۸۴	۶۰	۴۰	۴۰	—
زمینی فرش	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۲
بالائی فرش	۱۰۰	۸۰	۴۰	۵۰	۱۰۲
خلرفروشی کی دوکانیں	۱۱۲	۱۰۰	۸۰	۷۵	۷۲ تا ۱۰۲
ہلکے کارخانے	۱۱۲	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۲
ناٹک گھر، گرجا وغیرہ	۱۱۲	۱۰۰	۶۰ یا ۸۰	۷۵ تا ۱۰۰	۱۰۲
ورزش خانے اور ناچ گھر	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۰	—	—
مال خانے	۲۲۴	۲۰۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۰۲ سے کم نہیں
بوجھ چھت سے منقسم ڈھال ۲۰° یا کم	۲۸	۵۰ یا ۲۵	۳۰ تا ۴۰	۴۰	—
ڈھال ۲۰° سے زیادہ	۵۶	۲۵ یا ۱۵	۲۵ (اسں ۲ط)	۳۰	—

اگر گودام کسی خاص جنس مثلاً غلہ کی ایک معین حجمی مقدار کے رکھنے کے لیے ہو تو اس کے حقیقی وزن کے لیے بطور خاص حساب کرنا ہوگا۔

بہت سے ماہرین کا اب خیال ہے کہ اوپر سے پڑنے والے فی مربع فٹ بوجھ کے علاوہ منفرد بوجھوں مثلاً تجوریوں، وغیرہ کی بھی رعایت رکھنی چاہیے اور وہ یہ تخصیص کرتے ہیں کہ نہ صرف فرش کو اس طرح کی کسی جدول کے مطابق یکساں بوجھ سہارنے کے قابل ہونا چاہیے بلکہ فرش کے ہر صدر شہتیر کو ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کا ایک منفرد بوجھ سہارنے کے قابل ہونا چاہیے۔ اس کو ایک مزید بوجھ نہ سمجھا جائے بلکہ شہتیر کو اس یکساں بوجھ اور اس منفرد بوجھ دونوں میں سے جس سے خماؤ کا معیار زیادہ پیدا ہو اس کے لحاظ سے تجویز کیا جائے۔

امریکہ میں تین بڑے دفتروں کی عمارتوں پر کے حقیقی وزن دیکھے گئے اور ان کی اعظم قیمت ۴۰٫۲ پونڈ فی مربع فٹ حاصل ہوئی اور اکثر اس سے بہت کم تھے۔ اب اس امر کی رعایت رکھتے ہوئے کہ اس کا ایک خاصا حصہ زندہ بوجھ ہوگا معادل مُردہ بوجھ ۵۰ پونڈ بالائی فرشوں کے لیے بالکل قابل اطمینان ہے۔

دو سے زیادہ منزلہ عمارتوں کے لیے کھم تجویز کرنے میں دستور یہ ہے کہ زندہ بوجھوں کو ذیل کے طریقے یا اس جیسے کسی اور طریقے کے مطابق گھٹا دیا جائے:۔ چھت اور بالائی منزلے کے لیے زندہ بوجھ پورا محسوب کیا جائے۔ اس سے نچلے منزلے کے لیے زندہ بوجھ ۱۰٪ کم۔ اس سے نچلے کے لیے ۲۰٪ کم۔ اور اسی طرح یہاں تک کہ کمی ۵۰٪ تک پہنچ جائے۔ اس کے بعد یہی کمی بحال رکھی جائے۔ مال خانوں کے لیے اس طرح کی کوئی کمی اختیار نہیں کی جاتی۔

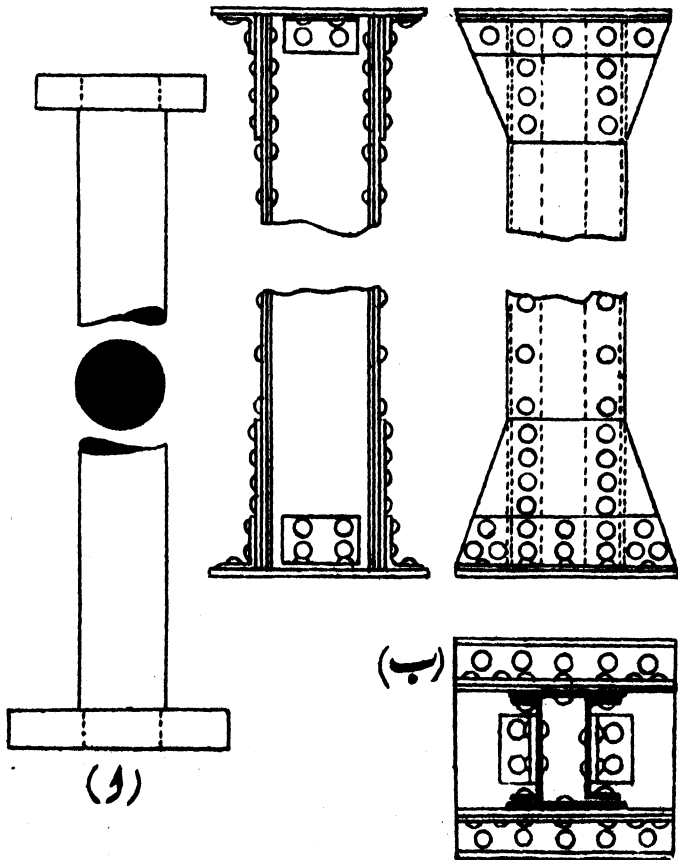
ستون، ٹوپ، اور قاعدے — کھموں کے کامی زور باب ۱۲ کے مطابق حاصل کیے جاتے ہیں۔ ان کے حسابات میں ذیل کے امور کا خیال رکھا جائے:۔

(۱) اگر ستون پر گرڈر صرف ایک جانب ہو یا دونوں جانب کے

گرڈروں پر کے منقسم بوجھ مساوی نہ ہوں تو بوجھ کے خروج المرکز کا لحاظ رکھنا چاہیے۔
(ب) کونوں کے ستونوں کو یعنی اُن ستونوں کو جو عمارت کے کونوں میں ہوں جن پر دو گرڈر صرف علی القوائم سمتوں میں ہوں، خارج المرکز بوجھوں کے لیے تجویز کرنا چاہیے۔
(ج) جن ستونوں پر دونوں جانب ایسے گرڈر ہوں جن پر متحرک حمالے حرکت کریں (دیکھو شکل ۲۰۸ھ) اُن کو اس صورت کے لیے تجویز کرنا چاہیے جب کہ ستون پر صرف ایک حمالہ چڑھی ہوئی ہو۔ ایسے ستونوں میں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اگر متحرک حمالہ کو ایک دم بریک لگایا جائے تو اس سے ستون پر ایک افقی گھسیٹنے والی قوت پیدا ہوگی جس کو متحرک حمالہ کے ۲، تک مثبت وہ جتنا بوجھ اُٹھا رہی ہو اس کا ⅟ لیا جاسکتا ہے۔ علی القوائم حرکت کرنے والے حمالہ (Crab) کے لیے گھسیٹنے والی قوت عموماً اس کی نصف لی جاتی ہے۔
(د) کسی ستون کے سرے کو ثابت اسی صورت میں سمجھا جاسکتا ہے کہ وہ دو مستویوں میں ثابت ہو۔ اگر کسی صورت میں یہ صرف ایک مستوی میں ثابت ہو جیسا کہ اُن ستونوں کی صورت میں ہوتا ہے جو ایک مچان گرڈر کو سہاریں تو اس کو سمت میں ثابت سمجھا جائے محل میں ثابت نہ سمجھا جائے جس کا ذکر صورت ۳ صفحہ ۶۶۴ میں کیا گیا ہے۔
اکثر ماہرین کا خیال ہے کہ فولادی ڈھانچے کی عمارت میں معمولاً جو کھم استعمال ہوتے ہیں اُن میں پوری نظری تثبیت حاصل نہیں ہوتی اور وہ جھکاؤ کی قدر ۰٫۷ ل ÷ گ سے کم نہیں لیتے۔ مصنف اس سے اتفاق کرتا ہے۔

ستونوں کی تراشیں ــــ نرم فولاد کے ستونوں کے لیے اگرچہ بعض اوقات ٹھوس مدور تراشیں استعمال کی جاتی ہے اور بعض ماہرین اس کے حامی ہیں لیکن اکثر اوقات خصوصاً کارخانوں میں ساختہ تراشیں استعمال کی جاتی ہیں اور یہ اُن صورتوں میں یقیناً کارآمد ہیں جن میں ستونوں کے مجموعی ابعاد کو ممکنہ طور پر

چھوٹا رکھنا مناسب ہو جیسا کہ ناٹک گھروں میں گیلریوں کو سہارنے والے کھموں کی صورت میں ہوتا ہے۔ آج کل تو گیلریوں کے نیچے ستون دیے ہی نہیں جاتے اور ان کی بجائے "ماٹل" شہتیر اور برآمدہ بیرم لگائے جاتے ہیں جو صدر گرڈروں میں سے یا اُن کے اوپر سے گزرتے ہیں اور عمارت کے یاکونوں کے لحاظ سے آڑے ہوتے ہیں۔

دستیابی اور کاریگری کی سہولت سے قطع نظر کی جائے تو بہترین تراش

شکل ۲۱۵۔ ستون، ٹوپ اور قاعدے

وہ ہے جس میں تراش کے اسی رقبہ کے لیے گردشی نصف قطر زیادہ سے زیادہ ہو۔ تجویز میں اُس کو ذہن میں رکھنا بے حد ضروری ہے۔
یہ تخصیص عام طور پر کی جاتی ہے کہ کسی فولادی ستون میں بے سہارا طول اس کے اقل گردشی نصف قطر کے ۱۶۰ گنے سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے اور ڈھلے لوہے کے ستون میں ۸۰ گنے سے۔

ستون کے ٹوپ اور قاعدے

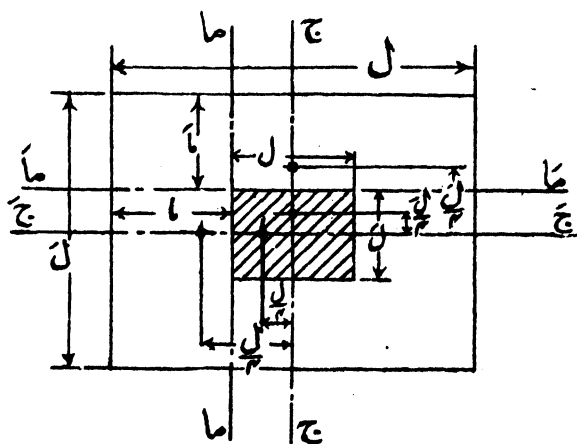
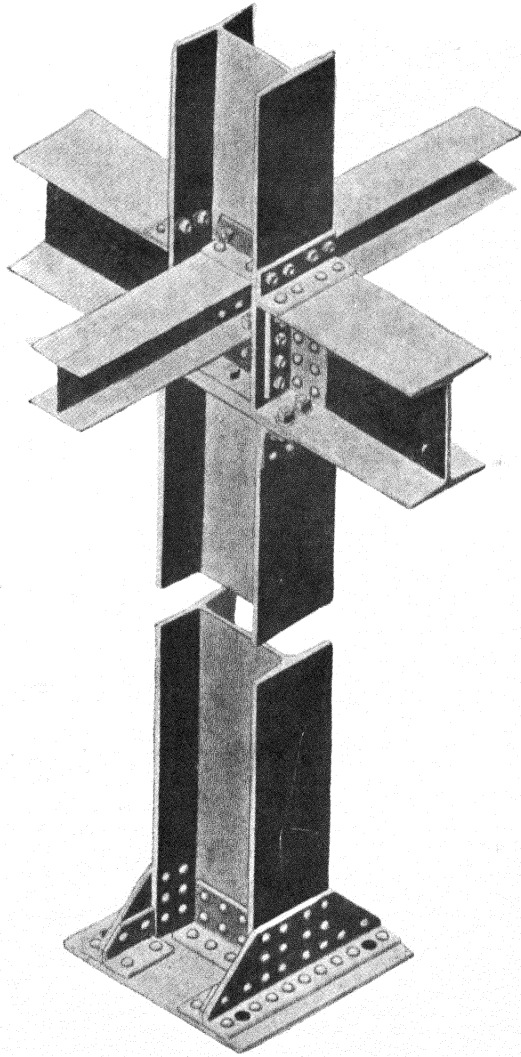
ستونوں کے ٹوپوں کی جسامت اِن ستونوں پر آنے والے گرڈروں کی جسامت اور شکل پر منحصر ہوگی۔ رِپوٹوں کی تعداد اس کے لیے کافی ہونی چاہیے کہ بوجھ کو گرڈروں سے ستونوں تک بے خطر منتقل کرسکیں۔ ٹوپ کی جسامت جتنی کم ہو اچھا ہے تاکہ لداؤ خارج المرکز نہ ہونے پائے۔ اشکال ۲۱۵ (ا) اور (ب) میں ٹھوس مدور اور ساختہ تراشوں کے لیے ٹوپوں اور قاعدوں کے تمثیلی نمونے دکھائے گئے ہیں۔ ٹھوس مدور تراشوں میں ٹوپ اور قاعدے پہنا کر سکڑائے جاتے ہیں اور درمیانی رابطے خصوصی ڈھلوانوں کی مدد سے حاصل ہوتے ہیں یا فولادی تختیوں کے شکنجوں سے جو ستون کے گرد جمائے جاتے ہیں اور کیلوں یا بولٹوں کے ذریعے ثابت کیے جاتے ہیں۔
قاعدے کی جسامت وہ جس پائے یا بنیاد میں نصب کیا جاتا ہے اس کی قوتِ برداشت پر منحصر ہے۔ یہ قوتِ برداشت (یعنی بے خطر دباؤ) آگے چل کر دی جائیگی۔
عام طور پر قاعدے کا عرض ستون کے عرض کے ۲ سے ۳ گنے تک رکھا جاتا ہے اور کلی نما تختیوں کی بلندی ستون کے عرض کی ۱ ½ سے ۳ گنی تک۔
قاعدے کی تختی کا نکلا ہوا حصہ کسی صورت میں اتنا زیادہ نہیں ہونا چاہیے کہ اگر اس کو ایک بر آمدہ بریم سمجھا جائے جس پر یکساں بوجھ اس پر کے اوپر وارد دباؤ کے مساوی ہو تو اس میں جزی زور ۵ ٹن فی مربع انچ سے اور

تنشی زور ۸ ٹن فی مربع انچ سے زیادہ ہو۔ بعض ماہرین یہ قاعدہ اختیار کرتے ہیں کہ تختی کا نکلا ہوا حصہ موٹائی کے ۸ گنے سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

قاعدے کی تختی کو ستون سے جوڑنے والے ریوٹوں کی تعداد اتنی ہونی چاہیے کہ مجموعی بوجھ کے تقریباً $\frac{2}{3}$ کو برداشت کرسکیں۔

بھاری بوجھ اٹھانے والے ستونوں کے لیے اب یہ دستور ہے کہ قاعدے پر سلیس دی جائیں۔ ان کو مشین کیا جاتا ہے تاکہ ستون کے مشین کئے ہوئے سرے سے پورا تماس حاصل کرسکیں۔ زاویوں کا صرف یہ کام ہوتا ہے کہ چیزوں کو ان کے محل پر برقرار رکھیں۔

شکل ۲۱۷ ر میں ایک بھاری ستون مع سل دکھایا گیا ہے جو ایک اڑناڑی پر رکھا جا رہا ہے۔

فولادی قاعدوں کے نیچے بعض اوقات ڈھلے لوہے کے قاعدے رکھے جاتے ہیں تاکہ فولادی قاعدے بہت بڑی جسامت کے نہ رکھنے پڑیں۔ ان ڈھلے لوہے کے قاعدوں کی بلندی بڑے سے بڑے عرض کی $\frac{1}{3}$ سے $\frac{1}{2}$ تک ہونی چاہیے اور دھات کی موٹائی کم از کم ایک انچ۔

شکل ۲۱۵ ر۔

شکل ۲۱۶ - چوڑی کور کے شہتیر اور ستون کے ساتھ ان کے جوڑ۔

ستون کے قاعدے کی تختیوں یا سلوں کی موٹائی

ستون کے قاعدے کی تختیوں یا سلوں کی موٹائی محسوب کرنے کے کئی طریقے بیان کیے جاتے ہیں مصنف ذیل کے طریقے کی سفارش کرتا ہے :-

شکل ۲۱۵ کے حوالے سے :-

تراش ما ما پر غور کرو اور فرض کرو کہ نچلی جانب دباؤ یکساں حدت د کا ہے۔

نکلے ہوئے حصّے پر بوجھ فی اکائی طول = د ما

متناظر خماؤ کا معیار = م = د ما × ما/۲ = د ما۲/۲

∴ اگر قاعدے کی موٹائی ٹ ہو تو تراش کا مقیاس ۱ × ٹ۲/۶ ہو گا۔

اِس لیے اگر زور ز ہو تو

ز × ٹ۲/۶ = د ما۲/۲

یا ز = ۳ د ما۲/ٹ۲ .... (۱)

اِسی طرح تراش مَا مَا پر غور کرنے سے

زَ = ۳ د مَا۲/ٹ۲

دیکھو شکل ۲۱۶

یہ زور باہم علی القوائم ہیں اِس لیے فساد کے نظریے کی رُو سے اور پوائی سن کی نسبت = ۱/م لینے سے

$$\text{ماما پر معادل پر زور} = \text{ز} - \frac{\text{زَ}}{\text{۴}}$$

$$= \frac{\text{۳ د}}{\text{۲ ٹ}^2}\left(\text{ما}^2 - \frac{1}{4}\,\text{مَا}^2\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$

$$\text{مَامَا پر معادل زور} = \frac{\text{۳ د}}{\text{۲ ٹ}^2}\left(\text{مَا}^2 - \frac{1}{4}\,\text{ما}^2\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

موٹائی ٹ اس طرح حاصل ہوگی کہ دیکھیں کسی دیے ہوئے کامی زور کے لیے (۲) اور (۳) میں سے کس سے ٹ کی قیمت زیادہ حاصل ہوتی ہے اور وہ قیمت اختیار کریں۔

متبادل طریقہ ــــ بعض مجوز مرکزی خطوط ج ج اور جَ جَ کے گرد معیار لیتے ہیں پوائی سن کی نسبت کا لحاظ نہیں کرتے، اور نچوار دباؤ کو سایہ دار رقبے پر یکساں منقسم سمجھتے ہیں۔

اگر مجموعی بوجھ و ہو تو ج ج پر غور کرنے سے ایک اوپروار قوت $\frac{\text{و}}{۲}$ ہوگی جو بازو $\frac{\text{ل}}{۴}$ پر عمل کریگی اور ایک نچوار قوت $\frac{\text{و}}{۲}$ ہوگی جو بازو $\frac{\text{لَ}}{۴}$ پر عمل کریگی۔

اِس سے ج ج پر خماؤ کا معیار

$$= \frac{\text{و}}{۲} \times \frac{\text{ل}}{۴} - \frac{\text{و}}{۲} \times \frac{\text{لَ}}{۴}$$

$$= \frac{\text{و}}{۸}\left(\text{ل} - \text{لَ}\right)$$

$$= \frac{\text{و ما}}{۴}$$

تراشش کا مقیاس $\frac{\text{لَ ٹ}^2}{۶}$ ہے اِس لیے

$$\text{ز} = \frac{\text{۳ و ما}}{\text{۲ ٹ}^2\,\text{لَ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

اِسی طرح تراش جَ جَ کے لیے

$$\text{زَ} = \frac{\text{۳ و مَا}}{\text{۲ ٹ}^2\,\text{ل}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

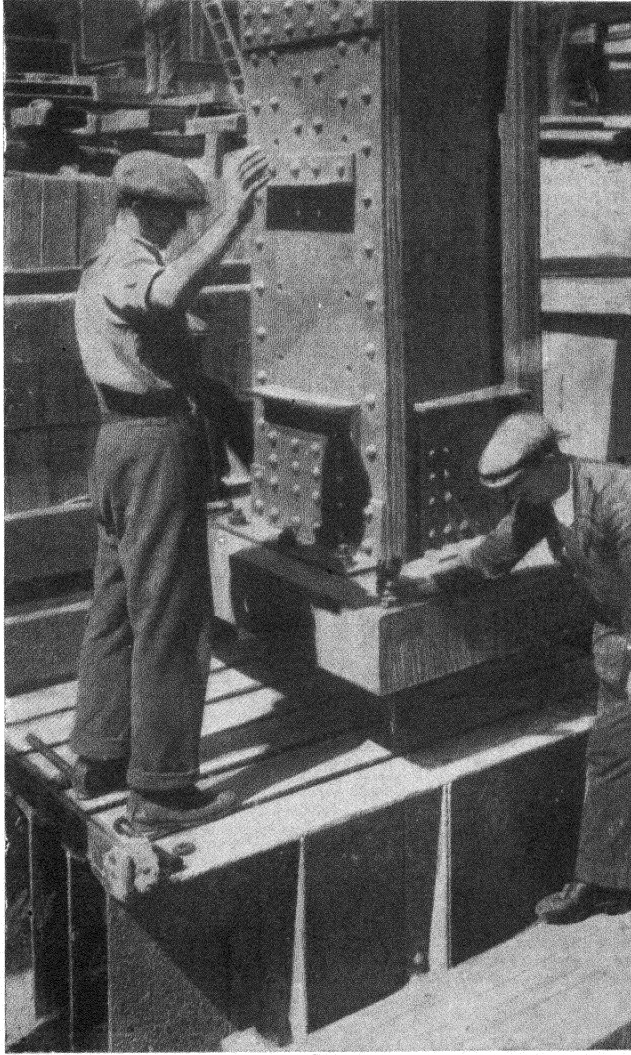
ایک دیے ہوئے کامی زور کے لیے موٹائی (۴) اور (۵) میں سے جس سے زیادہ حاصل ہو اُس سے حاصل کرنی چاہیے۔

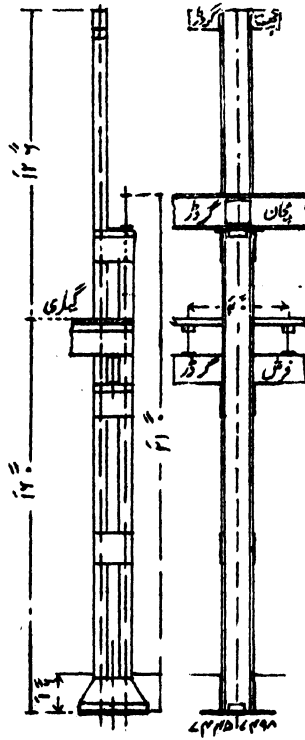
شکل ۲۱۷ - فولادی کھم کے لئے سل کا قاعدہ -

دیکھو شکل ۲۱۷

مصنّف کا خیال ہے کہ اِس طریقے کے قابلِ اطلاق ہونے کے لیے ضروری ہے کہ سل میں سایہ دار رقبے کے مرکز اور سل کے کناروں کے درمیان انصراف ہو اور اِس سے دباؤ کناروں کی طرف منتقل ہوگا۔

بہت سے مجوز جو ضابطہ (۴) اور (۵) استعمال کرتے ہیں کامی زور فولاد کے عام کامی زور ۸ ٹن فی مربع انچ سے زیادہ لینے کے حامی ہیں۔ یعنی وہ بھی اقرار کرتے ہیں کہ اِن ضابطوں سے نتائج اصلی سے زیادہ حاصل ہوتے ہیں۔

شکل ۲۱۸۔ ورکشاپ کے لیے ستون

صفحہ ۶۷۷ پر دیئے ہوئے اڑنائی شہتیروں کی تجویز میں بھی اسی طرح کی باتوں کا لحاظ کرنا ہوگا جیسا کہ ستونوں کے قاعدوں کے لیے کیا گیا۔

استعمال سے ستونوں کی مثالیں ـــــ اشکال ۲۱۶ تا ۲۲۰ میں ستونوں کی مستعملہ مثالیں دکھائی گئی ہیں جن کے مطالعہ سے ساخت کے بہت سے نکات واضح ہونگے۔

شکل ۲۱۹۔ ورکشاپ کے لیے ستون

شکل ۲۱۶ میں ایک تمثیلی کلیٹ دار جوڑ ستونوں اور گرڈروں کا دکھایا گیا ہے جو "چوڑی کور کے شہتیروں" سے بنے ہیں۔ اس کی مکمل تفصیل ایک عمدہ کتابچہ میں دی گئی ہے جو اسکلٹن اینڈ کمپنی نے شایع کی ہے (کتابچہ نمبر ۱ "تعمیری فولاد" شایع کردہ اسکلٹن اینڈ کمپنی)

اشکال ۲۱۸ اور ۲۱۹ میں کارخانوں کے استعمال کے تمثیلی ستون

دکھائے گئے ہیں اور شکل ۲۲-۱۰ میں ورکشاپ کی قسم کی ایک واحد فولادی ڈھانچے کی عمارت کی تفصیلات دکھائی گئی ہیں۔

ستونوں کی بنیادیں — ستونوں اور کھموں کی بنیادوں کی تجویز میں بہت احتیاط کی ضرورت ہے کیونکہ ساری تعمیر کا قیام بنیادوں پر منحصر ہے۔ اس لیے بنیادوں کے لیے زور بہت پست رکھے جاتے ہیں۔

بنیادیں ہمیشہ اس طرح تجویز کرنی چاہییں کہ دھساؤ یکساں ہو یعنی ایک عمارت کے تمام ستونوں کی بنیادوں کے لیے ایک ہی کامی دباؤ فی مربع فٹ استعمال ہونا چاہیے۔

بنیادوں کے لیے بے خطر دباؤ — تجویز میں بنیادوں پر بے خطر دباؤں کے لیے ذیل کے اعداد لیے جا سکتے ہیں۔ اگر کسی اہم صورت میں گرد و پیش کی زمین کی قوتِ برداشت کے متعلق کوئی معلومات نہ مل سکیں تو اس زمین کی اعظم برداشت استوانوں کو بار کر کے معلوم کی جائے۔ اور ان اعظم دباؤں پر قدرِ سلامتی کم از کم ۲ اختیار کی جائے۔

زمین کی نوعیت :-	
ساختہ زمین	½ ٹن فی مربع فٹ
نرم چکنی مٹی	۱ " " "
سخت " یا پنڈول	۲ تا ۴ " " "
خشک، گھٹ ریت	۲ تا ۴ " " "
خشک، موٹی بجری	۴ تا ۷ " " "
نرم سودنی چٹان	۳ تا ۵ " " "
معمولی چٹان	۵ تا ۱۵ " " "
سخت، گھٹ چٹان	۲۰ تا ۳۰ " " "

پایے اور داسے کے پتھر:-

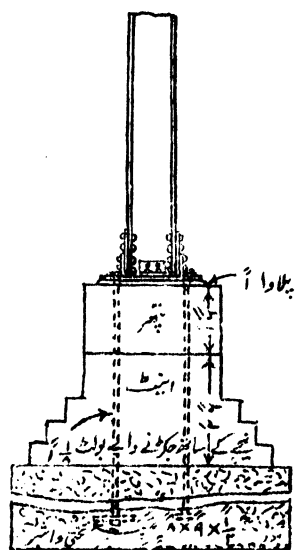
	ٹن فی مربع فٹ	پونڈ فی مربع انچ
گرینائٹ	۳۵	۵۵۰
چونا پتھر	۱۵	۲۵۰
ریتیلا پتھر یا "یارک کا پتھر"	۲۰	۳۰۰
سیمنٹ کنکریٹ، بہترین (۱:۴)	۱۵	۲۵۰
" " (۱:۶)	۱۰	۱۶۰
چونا کنکریٹ (۱:۶)	۲ تا ۴	۳۰ تا ۶۰
خشت کاری سیمنٹ میں	۸ تا ۱۲	۱۲۰ تا ۱۸۰
گُنڈ کی بندش سیمنٹ میں	۱۰	۱۶۰

اگر بوجھ بہت زیادہ نہ ہو تو ستونوں کے قاعدے کنکریٹ کے بلاکوں پر ٹکائے جا سکتے ہیں، جیسا کہ شکل ۲۲۰ میں دکھایا گیا ہے۔ ان بلاکوں کا رقبہ زمین کی قوتِ برداشت پر منحصر ہوگا۔ کنکریٹ کی موٹائی (یا گہرائی) ستون کے قاعدے کی تختی سے بلاک کے نکلے ہوئے حصے کے عرض کے دوگنے سے کم نہیں ہونی چاہیے۔ موٹائی کی اقل حد ۱۲ انچ ہے۔

بنیاد کی تہ اتنی گہری ہونی چاہیے کہ پالے، وغیرہ، کا اثر نہ ہو۔ اِس ملک (یعنی انگلستان) میں ۳ فٹ گہرائی کافی سمجھی جاتی ہے۔

کھم کے قاعدے کی تختی کنکریٹ بلاک میں لمبے بولٹوں کے ذریعے نصب کی جاتی ہے جن کے سروں پر بڑے بڑے واشر ہوتے ہیں۔ بلاک میں مربع تراش کے گاؤدم سوراخ اتنے بڑے چھوڑ دیے جاتے ہیں کہ واشر گذر سکے، اور بولٹ ڈالنے کے بعد سمنٹ کا پلاوا بھر دیا جاتا ہے۔ اس سے یہ ہوتا ہے کہ کھم نصب کرنے میں کچھ تھوڑی گنجایش رہتی ہے۔

اینٹوں کے پایے ـــــــ بعض اوقات جب کہ وزن بہت ہو اور بنیاد کو زیادہ گہرا رکھنا مطلوب ہو اینٹوں کے پایے استعمال

کیے جاتے ہیں۔ اِس طرح کا ایک پایہ شکل ۲۲۱ میں دکھایا گیا ہے۔

شکل ۲۲۱ ۔ اینٹ کے پایہ والی بنیاد

اِن پایوں کے لیے حسب ذیل قواعد اختیار کیے جائیں:۔

(۱) ہر ایک ردّہ، اوپر کے ردّے سے ۲ ½ انچ نکلا ہوا ہونا چاہیے یا پایے میں ۲ میں ۱ کی سلامی ہونی چاہیے۔

(۲) کنکریٹ کی موٹائی ۱۲ انچ سے کم نہیں ہونی چاہیے، اور نیز خشت کاری سے کنکریٹ کے نکلے ہوئے حصّے کے عرض کے دو گنے سے بھی کم نہیں ہونی چاہیے۔

(۳) پتھر کے لڑپن یا داسے کی موٹائی اس کے پہلو کے طول کے ½ سے کم نہیں ہونی چاہیے اور نیز قاعدے کی تختی سے داسے کے نکلے ہوئے حصّے کے ½ ۱ گنے سے کم نہیں ہونی چاہیے۔

عددی مثال — فرض کرو کہ قاعدے پر منتقل ہونے والا بوجھ ۱۰۰ ٹن ہے۔

تب بے خطر دباؤ ۲ ٹن فی مربع فٹ اختیار کرنے سے قاعدے کا رقبہ = $\frac{۱۰۰}{۲}$ = ۵۰ مربع فٹ، یا کہو ۷ فٹ مربع۔ اگر یارک کے پتھر کی ٹوپن ہے تو کھم کے قاعدے کی تختی کا رقبہ = $\frac{۱۰}{۲}$ = ۵ مربع فٹ یا کہو ۲' ۳'' مربع۔

سیمنٹ کی خشت کاری کے لیے ۱۰ ٹن فی مربع فٹ اختیار کریں تو ٹوپن کا رقبہ = $\frac{۱۰۰}{۱۰}$ = ۱۰ مربع فٹ، یا کہو ۳' ۳'' مربع۔ اگر خشت کاری کے ۶ ردّے جمائے جائیں تو قاعدہ ۳' ۳'' + ۲ (۶ × $۲\frac{۱}{۴}$'') = ۵' ۶'' ہوگا۔ اس لیے کنکریٹی تہ ۷ فٹ مربع اور ۱۸'' گہری قابلِ اطمینان ہوگی۔ اس کا نکلا ہوا حصہ ۹'' ہوگا۔

اڑناڑی بنیاد ـــــ بنیاد کی یہ قسم اُس وقت اختیار کی جاتی ہے جب کہ بوجھ بھاری ہوں اور زمین ایسی نہ ہو کہ بھاری دباؤ برداشت کر سکے اور جہاں گہرا کھودنے سے احتراز مناسب ہو خاص کر جہاں ایک پتلا اور گھٹا طبقہ ملے اور اس کے نیچے نرم طبقات ہوں۔ اس بنیاد کا استعمال سب سے پہلے امریکہ میں ہوا۔ یہ I شہتیروں یا بعض اوقات پٹریوں کی دو یا زیادہ تہوں پر مشتمل ہوتا ہے جن میں ایک تہ دوسری کے علی القوائم ہوتی ہے اور کڑیوں کے درمیان کی جگہ کنکریٹ بھر کر اچھی طرح گھٹا کر دی جاتی ہے۔ شکل ۲۲۲ میں ایک اڑناڑ دکھایا گیا ہے جو ایک ۲۰۰ ٹن کے بوجھ کے لیے تجویز کیا گیا ہے۔ اس طرح کے اڑناڑی ذیل کے قواعد کے مطابق تجویز کیے جاتے ہیں:-

شہتیروں میں اعظم باہمی فصل ۱۸'' مرکز بہ مرکز

اقل ” کوروں کے درمیان ۳'' تاکہ کنکریٹ کوٹھونسنے کے لیے کافی جگہ رہے۔

شکل ۲۲۲ - اڑتائی بنیاد -

خماؤ کا معیار حسب ذیل طریقے پر معلوم کر کے شہتیروں کو تجویز کیا جا سکتا ہے۔

فرض کرو کہ کسی تہ میں شہتیروں کا طول ل ہے، اور ان کی تعداد ن ہے اور ستون کے ذریعے منتقل ہونے والا مجموعی بوجھ د ہے اور فرض کرو کہ برآویختگی ما ہے۔

تب اگر برآویختہ سروں کو برآمدہ بیرم سمجھا جائے جن پر یکساں دباؤ اُوپر وار عمل کر رہا ہے تو

$$\text{اعظم خماؤ کا معیار} = \frac{\text{ف ما}^2}{2} = \frac{\text{د}}{\text{ن ل}} \times \frac{\text{ما}^2}{2}$$

ن کی قیمت اوپر دیے ہوئے قاعدوں کی مدد سے پہلے ہی معیّن کی جا چکی ہو گی۔

بہت سے مجوز یہ فرض کرتے ہیں کہ وزن قاعدے کی تختی پر یکساں منقسم ہے اور اس طرح اعظم خماؤ کا معیار مرکز پر واقع ہوگا۔ یہ اعظم خماؤ کا معیار حسب ذیل ضابطے سے حاصل ہوگا:-

$$\text{اعظم خماؤ کا معیار} = \frac{\text{د ما}}{\text{۴ ن}}$$

اِس ضابطے کے ثبوت کو طالب علم کے لیے بطور مشق کے چھوڑا جاتا ہے۔

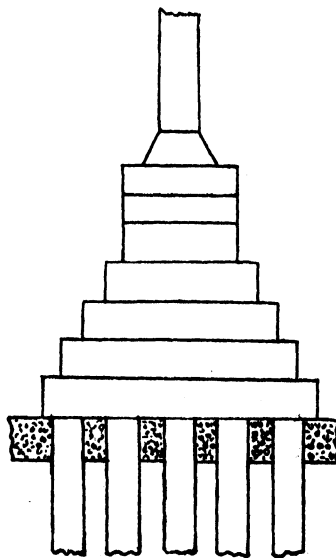
مصنف کا خیال ہے کہ اِس ضابطے سے نتائج کی قیمت بہت زیادہ حاصل ہوتی ہے اور ایک درمیانی روش اختیار کرنے کے لیے اُس کا مشورہ ہے کہ ضابطہ تو برآمدہ بیرم والا اختیار کیا جائے لیکن فاصلہ ما بالائی تہ کے لیے کھم کے کنارے تک اور دیگر تہوں کے لیے بیرونی شہتیر کے مرکزی خط تک ناپا جائے۔

اِن اڑناٹی شہتیروں کی تجویز میں یہ خاص طور پر یاد رہے کہ چھوٹے فصلوں میں جز مقابلۃً زیادہ اہم ہوتا ہے۔ اِس لیے اِس کا اطمینان

کرلیا جائے کہ جزی قوت بہت زیادہ نہیں ورنہ پٹیا جھک جائیگا۔

بہت بھاری بوجھوں کے لیے فولادی قاعدے اور اڑنائی کے درمیان ڈھلے لوہے کے قاعدے رکھے جاتے ہیں۔

متحدہ اڑنائی (Combined Grillage)۔ بعض اوقات دو یا زیادہ ستون ایک ہی اڑنائی پر رکھے جاتے ہیں کیونکہ اس سے اکثر ستونوں سے ایک سمت میں جگہ کی کفایت ہوتی ہے۔ اس صورت میں اڑنائی کے مرکز جاذبہ کو بوجھوں کے مرکز جاذبہ کے ساتھ منطبق ہونا چاہیے ورنہ دباؤ یکساں نہیں ہوگا۔

لٹھوں کی بنیادیں ـــــ بعض صورتوں میں لٹھے زمین میں بنیاد کے پورے طول میں گاڑے جاتے ہیں۔ سروں کو مسطح قطع کرکے کنکریٹ میں

شکل ۲۲۳ لٹھوں کی بنیادیں

مدفون کر دیا جاتا ہے۔ شکل ۲۲۳ میں اس طرح کی ایک بنیاد دکھائی گئی ہے۔
ان لٹھوں پر بے خطر دباؤ اُن کے گاڑنے پر منحصر ہے اور اس کے لیے بہت سے ضابطے تجویز کیے گئے ہیں۔ جن میں ذیل کے دو ضابطے شامل ہیں:۔

(۱) میجر سانڈرس کا ضابطہ

$$د = \frac{و ھ}{۸ ف}$$

جہاں د = ہر ایک لٹھے پر بے خطر بوجھ
و = ہتھوڑے کا وزن جس کے ذریعے لٹھا گاڑا گیا۔
ھ = ہتھوڑے کا اُتار انچوں میں
ف = اخیر ضرب سے لٹھے کا دھساؤ انچوں میں

(۲) انجینیرنگ نیوز میں دیا ہوا ضابطہ

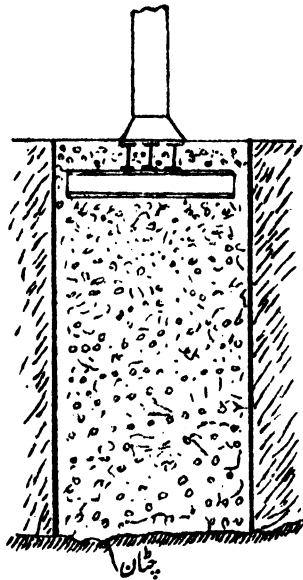
$$د = \frac{و ھ}{۶ (ف + ۱)}$$

کیسان[1] کی بنیادیں

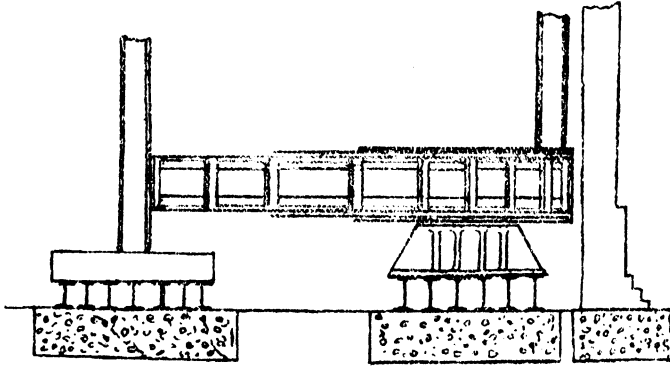
بہت بھاری بوجھوں کے لیے استعمال کی جاتی ہیں جب کہ بنیاد چٹان کے اوپر رکھنا مناسب ہو۔ اس کی ایک قسم یہ ہے کہ فولادی استوانے ۳/۸ انچ موٹے، ۶ تا ۱۰ فٹ قطر کے، اور ۳ فٹ کے طولوں میں وزن ڈال کر چٹان تک دھسائے جائیں۔ پہلے حصّے کے کنارے کو دھار ہوتی ہے اور پمپ کے ذریعے پانی اندر پہنچایا جاتا ہے تاکہ دھنسنے میں آسانی ہو۔ چٹان پر پہنچ جانے کے بعد قلب کو کھود کر نکال لیا جاتا ہے اور کنکریٹ یا اینٹوں سے بھر دیا جاتا ہے۔ شکل ۲۲۴ میں اس طرح کی ایک بنیاد دکھائی گئی ہے۔

---

[1] Caisson

شکل ۲۲۴۔ یکساں بنیاد

برآمدہ بیری بنیادیں ـــــ بنیاد کی یہ قسم اُس وقت استعمال کی جاتی ہے جب کہ کسی متصل احاطے کی دیوار کے نیچے اپنی دیوار کی بنیاد کھودنا مناسب نہ ہو اور جب کہ بیرونی ستون دیوار کے یا دیوار کے پائے کے مرکزی خط پر واقع نہیں کیے جا سکتے۔ شکل ۲۲۵ میں برآمدہ بیری بنیاد کی ایک قسم دکھائی گئی ہے۔ بیرونی ستون ایک برآمدہ بیری گرڈر پر نصب کیا گیا ہے جس کے دوسرے سرے پر ایک اندرونی ستون نصب ہے۔ گرڈر کے پیل پایے کو بنیاد اس طرح دی جاتی ہے جس طرح کہ شکل میں دکھائی گئی ہے۔

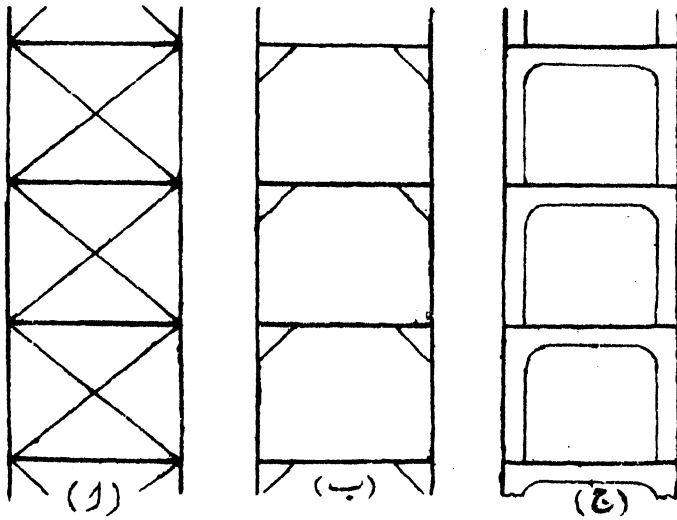
بنیادوں پر خارج المرکز بوجھ ـــــ اگر ستون کے دباؤ کا خط بنیاد کے مرکزی خط پر نہیں آتا تو اِس سے دباؤ کی جو نامساوی تقسیم ہوگی

اُس کی رعایت رکھنی چاہیے۔ اِس کا طریقہ بالکل وہی ہوگا جو چنائی کی

شکل ۲۲۵۔ برآمدہ بیرمی بنیاد

تعمیروں کے لیے بیان کیا گیا ہے (دیکھو باب ۱۴)۔

ستونوں کی عرضی رباط بندی ——— فولادی ڈھانچے میں ہوا وغیرہ جیسی اُفقی قوتوں کے مقابلے میں جانبی قائمیت پیدا کرنے کے لیے اونچی عمارتوں میں اکثر رباط بندی کی جاتی ہے۔ معمولی عمارتوں میں، اگر ستونوں کو جوڑنے والے شہتیر بہت اثقل نہ ہوں، اور ستونوں کو مضبوطی کے ساتھ جوڑے گئے ہوں تو پیدا ہونے والے خماؤ کے معیار اِن جوڑوں میں سے منتقل ہو سکتے ہیں اور اس طرح کی کسی رباط بندی کی ضرورت نہیں۔ لیکن بہت اونچی عمارتوں میں، جن میں زمینی خاکے کا رقبہ مقابلتہً تھوڑا ہوتا ہے، خصوصی رباط بندی اکثر ضروری ہوتی ہے۔ یہ رباط بندی عموماً ذیل کی اقسام میں سے کسی ایک قسم کی ہوتی ہے۔

(۱) **وتری رباط** — یہ کیلوں سے جڑی ہوئی سلاخوں سے

مشتمل ہوتی ہے جو ستونوں کے درمیان وتراً رکھے جاتے ہیں (شکل ۲۲۶ ا) اور یہ پورا انتظام مل کر ایک انتصابی جالی دار برآمدہ بیرم کا عمل کرتا ہے۔

شکل ۲۲۶۔ عمارتوں کے لئے عرضی رباط بندی۔

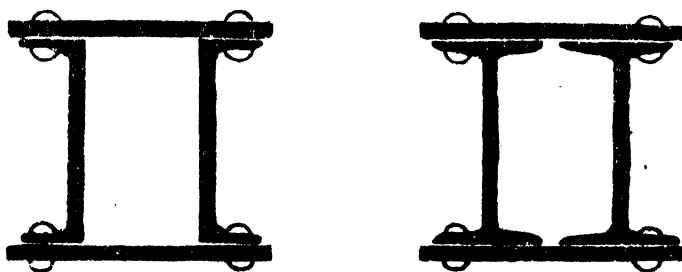
(ب) رُکبی رباط بندی یا مثلثی کلی نما تختیاں ——— ان کا خاکہ شکل ۲۲۶ ب میں دکھایا گیا ہے۔ کلی نما تختی کو یہ سمجھا جاسکتا ہے کہ ایک ٹھوس پیٹے کی رُکبی رباط بندی ہے۔ رُکبی رباط بندی کے زور معیاروں کے ذریعے معلوم کیے جاسکتے ہیں جیسا کہ صفحہ ۴۲۸ پر دکھایا گیا ہے۔

(ج) کماندار چوکھٹے ——— یہ ایک بہت اُستوار قسم کی ساخت ہے اور اس میں اس سے پہلے کی دونوں ساختوں سے بہت زیادہ لاگت آتی ہے۔ اس میں ایک کماندار چوکھٹا ڈھانچے کی ہر ایک کشتی میں

لگایا جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

عمارتوں کے گرڈر

گرڈروں کی تجویز کی عام بحث باب ۱۸ میں کی گئی ہے۔ عمارتوں میں بھاری گرڈر عموماً نالیوں یا I شہتیروں اور تختیوں سے مرکب ہوتے ہیں جیسا کہ شکل ۲۲۷ میں دکھایا گیا ہے، اور ان گرڈروں کے حسابات میں کوئی ایسی مشکل نہیں پیش آتی۔ تراش کا معیار جمود رائج کی اکائیوں میں صفحات $\frac{111}{112}$ کے بیان کے مطابق معلوم کیا جاتا ہے۔ اور اس سے تراش کا مقیاس (مق) فوراً حاصل ہو جاتا ہے یعنی

اعظم خ م (فٹ ٹن میں) = $\frac{8\ \text{مق}}{12}$

شکل ۲۲۷

جس میں ۸ نرم فولاد کا کامی سکونی بے خطر زور ٹن فی مربع انچ میں ہے اور ۱۲ کا عدد اس لیے ہے کہ خ م فٹ ٹن میں ہے۔

اگر بوجھ یکساں منقسم ہو اور و ٹن ہو اور فصل ل فٹ ہو تو

$$\text{اعظم خم م} = \frac{\text{و ل}}{8}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{و ل}}{8} = \frac{8\ \text{مق}}{12}$$

$$\therefore \quad \text{مق} = \frac{3\ \text{و ل}}{16}$$

اِس سے تراش کا وہ مقیاس انچ کی اکائیوں میں حاصل ہوتا ہے جو و ٹن کے ایک یکساں بوجھ کو ل فٹ کے فصل پر برداشت کرنے کے لیے ضروری ہے۔

اکثر کارخانے اپنی "تراش کی کتابوں" میں مختلف ساختہ گرڈروں کے مختلف فصلوں کے لیے مقیاس اور بے خطر بوجھ شایع کرتے ہیں۔

گرڈروں کی گہرائی اور انصراف ـــــ عمارتوں کے گرڈروں کی گہرائی ایسی ہونی چاہیے کہ انصراف $\frac{1}{25}$ انچ فی فٹ فصل سے یعنی فصل کے $\frac{1}{300}$ سے زیادہ نہ ہو۔

یکساں بوجھ کے لیے ثابت کیا گیا ہے (صفحہ ۲۶۴) کہ

$$\text{صہ} = \frac{5\ \text{و ل}^3}{384\ \text{ے آ}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

اور زور ز = $\frac{\text{م ق}_1}{\text{آ}}$ ، جہاں ق_1 نصف گہرائی ہے اور گرڈر کو متشاکل مانا گیا ہے۔ اِس طرح

$$\text{ز} = \frac{\text{م ق}}{2\ \text{آ}} \quad \text{جہاں ق مجموعی گہرائی ہے} \ \ldots\ldots \quad (2)$$

$$\text{م} = \frac{\text{و ل}}{8}$$

$$\therefore \quad ز = \frac{د\, ل\, ق}{۲\ ۱۶} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

$$\therefore \quad صہ = \frac{۵\, ل^۲}{۲۴\, ے} \left(\frac{د\, ل}{۲\ ۱۶}\right)$$

$$= \frac{۵\, ل^۲\, ز}{۲۴\, ے\, ق}$$

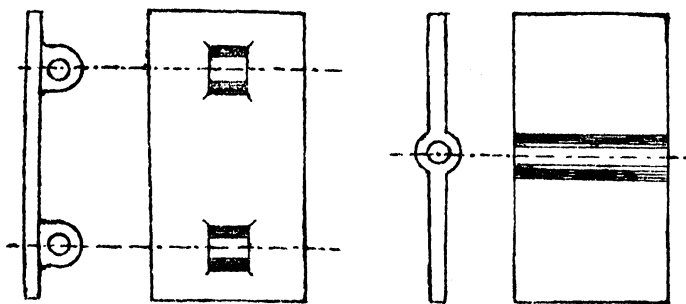
اب ز = ۸ ٹن فی مربع انچ، ے = ۱۳۰۰۰ ٹن فی مربع انچ لینے سے اور ل کو فٹوں اور ق کو انچوں میں ناپنے سے انصراف انچوں میں حسب ذیل ہوگا:—

$$صہ = \frac{۰٫۱۸۵\, ل^۲}{ق} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

عام قاعدہ یہ ہے کہ اگر گہرائی فصل کے $\frac{۱}{۲۴}$ سے کم نہ ہو تو انصراف بہت زیادہ نہ ہوگا۔ اگر یہ قیمت مساوات (۴) میں رکھی جائے اور اس کا خیال رکھا جائے کہ ق انچوں میں ہے تو اس سے صہ = ۰٫۰۳۷ ل، یا انصراف کو فٹوں میں لانے سے صہ = ۰٫۰۰۳۱ ل حاصل ہوتا ہے۔ یہ فصل کے $\frac{۱}{۳۲۰}$ سے کم ہے اس لیے معلوم ہوا کہ یہ قاعدہ قابلِ اطمینان ہے۔

گرڈروں کے سروں کی تنصیب ——— اگرچہ گرڈر ستونوں کو کلیٹوں کے ذریعے جوڑے جاتے ہیں جن کی جدولیں وغیرہ صفحات $\frac{۱۳۳}{۱۳۶}$ میں دی گئی ہیں لیکن یہ رابطے اس کے لیے کافی نہیں کہ شہتیروں کو "ثابت" ٹھہرائیں۔ اس کے متعلق ایک نوٹ صفحہ ۳۴۲ پر دیا گیا ہے۔ اس طرح کے کلیٹی رابطے انصراف کو کم ضرور کر دینگے اور انصراف $\frac{۱}{۳۸۴} \frac{و\, ل^۳}{آ\, ے}$ اور $\frac{۵}{۳۸۴} \frac{و\, ل^۳}{آ\, ے}$ کے درمیان کوئی قیمت اختیار کریگا۔

تحدب ——— گرڈروں میں عموماً ایک ابتدائی اوپردار انصراف یا تحدب رکھا جاتا ہے تا کہ بوجھ پڑنے کے بعد جب انصراف ہو تو منصرف شکل نظر نہ آئے ۔ یہ تحدب ½ انچ فی ۱۰ فٹ فصل رکھا جا سکتا ہے ۔

مرکب I گرڈروں کے فارق ——— جہاں دو یا زیادہ I شہتیر پہلو بہ پہلو رکھے جاتے ہیں تا کہ ایک مرکب گرڈر بنائیں تو ہر چار یا پانچ فٹ کے فاصلہ سے اور ہر مرتکز بوجھ کے مقام پر فارق

شکل ۲۲۸ ۔ گرڈروں کے لئے ڈھلے لوہے کے فارق ۔

لگا دیے جاتے ہیں ۔ یہ فارق عموماً اُس شکل کے ہوتے ہیں جو شکل ۲۲۸ میں دکھائی گئی ہے ۔ اگر شہتیروں کی گہرائی ۶ انچ سے کم ہو تو ان فارقوں کی بجائے ۱ انچہ گیس کی نلیوں کے ٹکڑے استعمال کیے جا سکتے ہیں ۔

دیواروں میں چُنے ہوئے گرڈر ——— جو گرڈر دیواروں میں چُنے ہوئے ہوتے ہیں اور گنیلوں (bressummers) کا عمل کرتے ہیں جیسا کہ دُوکانوں کے سامنے کے حصّے میں ہوتا ہے تو عموماً یہ کیا جاتا ہے

شکل ۲۳۰ ۔ ایک عمارت کے لیے بھاری تختی گرڈر کی تفصیل

اگن روک تعمیر

اشیاء کے اگن روک وصف کے متعلق ایک بہت عمدہ مضمون وبسٹر[۱] کا لکھا ہوا انسٹی ٹیوٹ آف سول انجنیئر کی روداد جلد ۱۰۵[۲] میں موجود ہے۔

فولاد کاری اگر عریاں ہو تو آگ میں بے طرح بل کھا جاتی ہے۔ یہ بگاڑ اُن ثانوی زوروں سے پیدا ہوتا ہے جو فولاد میں پیکر پذیری پیدا ہونے سے ظہور میں آتے ہیں۔

خشت کاری آگ کو اور آگ بجھانے کے عمل کو پتھر کی بہ نسبت بہت اچھی طرح برداشت کرتی ہے۔ پتھر، آگ اور پانی کے متحدہ عمل کی وجہ سے چورا ہو جاتا ہے۔

پکّی مٹّی (Terra-cotta) بہت اچھی اگن روک شے ہے اور امریکہ میں کثرت سے استعمال ہوتی ہے لیکن اس کی قیمت معمولی کاموں کے لیے تقریباً ممتنع ہے۔

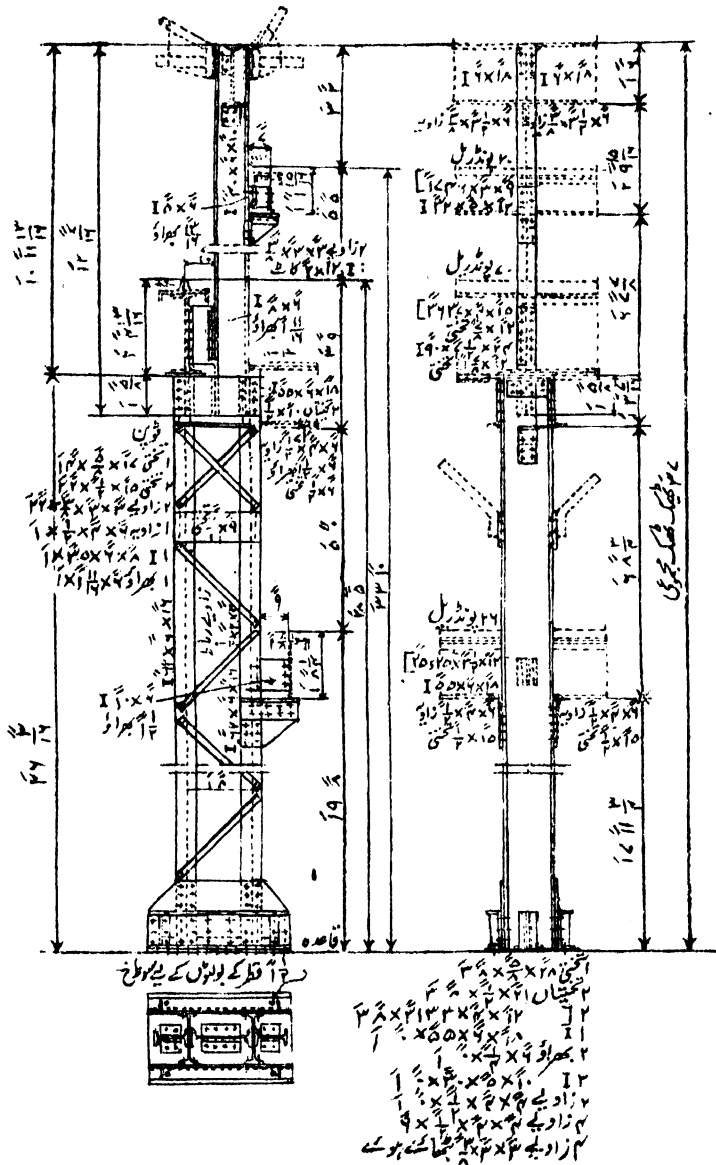
کنکریٹ بہت اچھی اگن روک شے ہے خاص کر جب کہ فولاد سے محکم کیا جائے اور جس آسانی سے استعمال ہو سکتا ہے اس کی وجہ سے یہ فولاد کاری کے غلاف کے طور پر ایک بڑی کارآمد شے ہے۔

کوک کے چورے کا کنکریٹ اکثر ماہرین استعمال کرتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ جلدی نہیں تڑقتا۔ اس میں یہ جو نقص ہے کہ یہ آتشزدگی میں معاون ہوتا ہے عملاً کوئی ایسا بڑا نقص نہیں پایا گیا۔

اگن روک سقف ـــــ اس ملک (یعنی انگلستان) میں اگن روک سقفوں کے جو سربرآوردہ طریقے ہیں اُن میں سے چند

---

[۱] Webster

[۲] Vol.CV.Proc.Inst.C.E.

شکل نمبر ۲۳۲

درج ذیل ہیں۔ ان کو معمولی محکم کنکریٹ کی تعمیر سے تمیز کرنا چاہیے (دیکھو صفحہ ۶۵۴)۔

کھو کھلے کویلوں کا محکم کنکریٹ کا سقف ۔۔۔ شکل ۲۳۳ ء

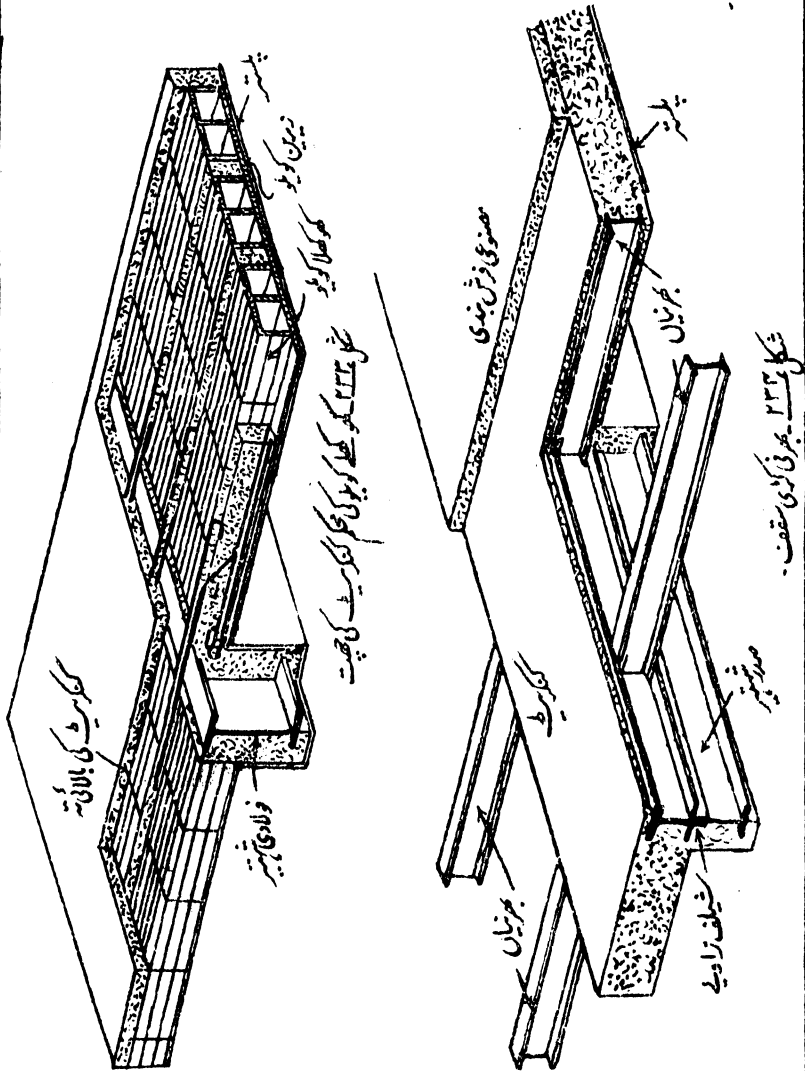
میں سقف کی ایک قسم دکھائی گئی ہے جو دفتروں اور ہوٹلوں کی عمارتوں میں کثرت سے استعمال ہوتی ہے۔ کھو کھلے جلی ہوئی مٹی کے کویلو سرے سے سرا ملا کر قطاروں میں رکھے جاتے ہیں۔ ان قطاروں کے درمیان تھوڑی سی جگہ چھوڑی جاتی ہے۔ ان درمیانی جگہوں میں انحکامی سلاخیں ترتیب دی جاتی ہیں اور تسلسل پیدا کرنے کی غرض سے صدر فولادی شہتیر پر موڑ دی جاتی ہیں۔ پھر کویلوں کی درمیانی جگہوں میں اور ان کے اوپر ۲ انچ یا زیادہ کنکریٹ بھر دیا جاتا ہے۔ ان جگہوں کی تہ پر بعض اوقات زیریں کویلو (Soffit tiles) رکھے جاتے ہیں تاکہ پلاستر کرنے کے لیے اندر کی جانب جلی مٹی کی ایک مکمل سطح حاصل ہو۔

بھرنی کڑی (Fillers joist) سقف ۔۔۔ سقف کی

اس قسم میں جو شکل ۲۳۴ ء میں دکھائی گئی ہے کنکریٹ I شہتیروں کے درمیان ڈالا جاتا ہے جن کو عموماً بھرنیاں (Fillers) کہا جاتا ہے اور جو تھوڑے تھوڑے فصل سے ہوتی ہیں (اپنی گہرائی کے تقریباً ۶ گنے تک)۔ بھرنیاں (Fillers) صدر شہتیروں پر رکھی جاتی ہیں اور صدر شہتیروں کو اکثر اوقات شیلف زاویے (Shelf angles) لگائے جاتے ہیں۔

اس قسم کی سقف بڑی حد تک صنعت گاہوں کی عمارتوں میں استعمال ہوتی ہے اور تجربے سے معلوم ہوا ہے کہ اس کی حقیقی مضبوطی محسوبہ مضبوطی سے زیادہ ہوتی ہے۔ یہ محسوبہ مضبوطی میں کنکریٹ سے پیدا ہونے والی مضبوطی شمار نہیں کی جاتی۔ اب ان سقفوں کی تجویز میں یہ کیا جانے لگا ہے کہ مضبوطی صرف بھرنیوں کی محسوب کی جائے لیکن کامی زور معمول سے زیادہ لیا جائے۔ ایک قاعدہ یہ ہے کہ بالائی کوروں کے

شکل ۲۳۳ ـ کھوکھلے کویلو کی محکم کنکریٹ کی چھت

شکل ۲۳۴ ـ بھرنی کڑی سقف ـ

اوپر کے کنکریٹ کے ہر انچ کے لیے زور ۱ ٹن فی مربع انچ زیادہ لیا جائے بشرطیکہ اس طرح زور ۱۱ ٹن فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہو۔

مال خانوں کی بھاری سقفوں کے لیے ایک پرانی لیکن بہت عمدہ ساخت یہ ہے کہ گہرے بھرنی (Filler) شہتیروں کے درمیان کنکریٹ کو کمانذار بنایا جائے۔ یہ شکل ۲۵۵ میں دکھائی ہوئی "کمانچہ" (Jackarch) ساخت کے مماثل ہوگی۔

سیجوارٹ[1] کی آگن روک سقف ــــــــــ یہ سقف کنکریٹ کے کھوکھلے شہتیروں پر مشتمل ہوتی ہے جن میں فولاد کی استحکامی سلاخیں ہوتی ہیں۔ یہ علیحدہ ڈھالے جاتے ہیں اور تعمیر کے مقام پر پہنچائے جاتے ہیں اور یہاں اُن کو چڑھا کر دیواروں پر یا فولاد کاری پر پہلو بہ پہلو رکھا جاتا ہے جیسا کہ اشکال ۲۳۵ اور ۳۵ ر میں دکھایا گیا ہے۔ پھر جوڑوں میں پلاوا بھر دیا جاتا ہے۔ سقف کی اس قسم میں قالب دینے کی ضرورت نہیں ہوتی اور کنکریٹ کے جمنے کے لیے جو مدت درکار ہوتی ہے اور جس سے کام میں تاخیر ہوتی ہے وہ بھی اس میں نہیں ہوتی۔

کھوکھلے کوبلو اور بھرنی (Filler) کڑیوں کی سقف۔

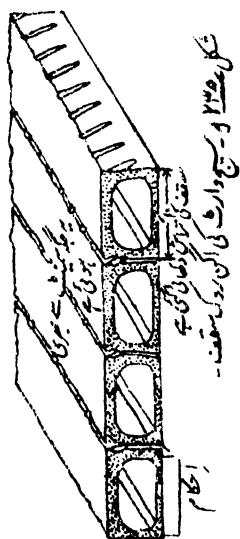
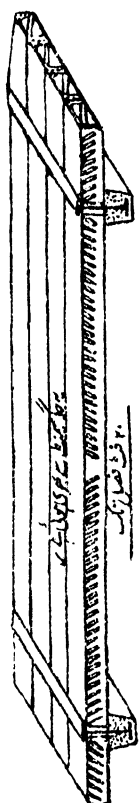
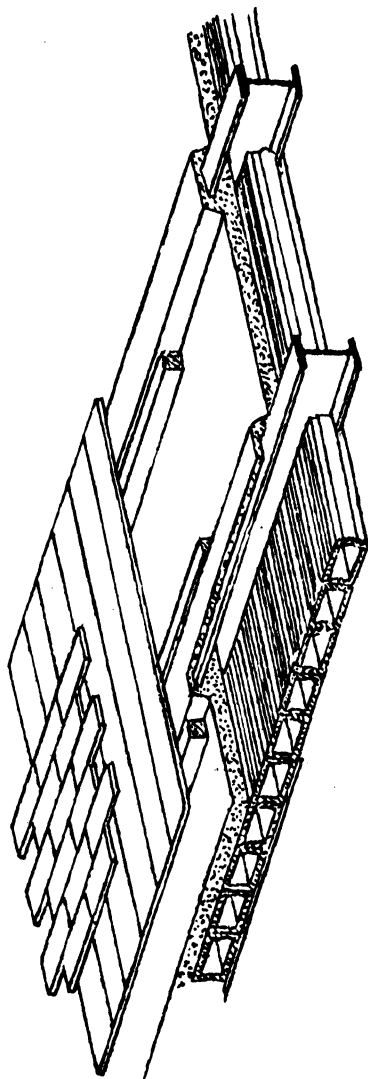
شکل ۲۳۶ میں بھرنی (Filler) کڑیوں کے سقف کی ایک ترمیم یافتہ قسم دکھائی گئی ہے جو دفتروں کی اور سکونتی عمارتوں کے لیے بہت موزوں ہے کیونکہ یہ بڑی عمدہ آواز روک چیز ہے، اس کا وزن کم ہوتا ہے، اور قالب کی ضرورت نہیں ہوتی۔

شکل میں جو قسم دکھائی گئی ہے اس میں جے۔ اے۔ کنگ اینڈ کمپنی کے بنائے ہوئے جلائی مٹی کے کوبلو استعمال کیے گئے ہیں۔ ان کے پہلوؤں میں

[1] Siegwart

سروں پر گتھواں کھانچے اور کٹھنے بنے ہوئے ہیں تاکہ بھرنی (Filler) کڑیوں کی نچلی کوروں پر گرفت حاصل کریں۔

کویلوں کے اوپر کنکریٹ ڈالا جاتا ہے اور شکل میں جو قسم دکھائی گئی ہے اس میں بھرنی (Filler) کڑیوں کے درمیان کنکریٹ میں تھوڑا شیب رکھا جاتا ہے تاکہ اوپر آنے والے چوبی فرش کے حال اس میں رکھے جا سکیں اور نیز برقی طنابیں گیس کی نلیاں وغیرہ بھی رکھی جا سکیں۔

شکل ۲۳۶ء ۔ کھوکھلے کویلو اور بھرتی کڑیوں کی سقف

سترہواں باب

چھتوں کی تجویز

گزشتہ ابواب میں اور خاص کر باب ۱۱ میں دکھایا گیا ہے کہ چھت قینچیوں میں زور کس طرح معلوم کیے جاتے ہیں۔ زور معلوم ہو جانے کے بعد کٹ چوبینہ یا ارکان کے ضروری ابعاد آسانی سے معلوم ہو جاتے ہیں۔ بندھنوں کا رقبہ اتنا رکھا جاتا ہے کہ خالص رقبے اور کامی زور کا حاصل ضرب مجموعی پڑنے والے زور کے مساوی ہو۔ بندھنوں کی صورت میں خالص رقبے سے مراد سلاخ کا رقبہ منفی اس میں کے ریوٹوں کا رقبہ ہے۔

چھتوں کی تجویز میں اس بات کا خیال رہے کہ جو تراشیں فی الواقع اختیار کی گئی ہیں اُن کا مرکزی خط جہاں تک ممکن ہو ڈھانچے کے اُس نقشے کے مطابق ہو جس کے لئے زور محسوب کئے گئے اور یہ کہ خارج المرکز زور نہ پیدا ہوں۔

پہلے گول بندھن اور "آنکھ اور دوشاخہ" والے سرے استعمال کیے جاتے تھے لیکن اب ان کی جگہ زاویہ آہن کے بندھن اور کلی ناتختیوں کے جوڑ لے رہے ہیں۔ اس طرح کے جوڑ زیادہ باکفایت سمجھے جاتے ہیں کیونکہ ان میں لوہار کی ضرورت نہیں ہوتی۔ یہ تو ہم باب ۱۶ میں

کہ چکے ہیں کہ سلاخوں کی جتنی تعداد معقولیت کے ساتھ ممکن ہو ایک ہی تراش کی ہونی چاہیے۔

چھتوں کی پوششوں کے وزن

		پونڈ فی مربع فٹ
سیسے کی پوشش		۵ء۵ تا ۸ء۵
جست "	(۱۴ تا ۱۶ جست کا ناپ)	۱ء۵ تا ۱ء۷۵
تابدار لوہا	(۱۶ ب۔و۔گ)	۳ء۵
سلیٹ		۸ تا ۱۰
کویلو		۱۲ تا ۱۸
سلیٹ بدے		۲
تختے ¾ انچ موٹے		۲ء۵
" ۱ "		۳ء۵
شیشہ بندی، ¼ انچہ تختی		۵

برف کا وزن ۴ تا ۵ پونڈ فی مربع فٹ لیا جاسکتا ہے لیکن بہت سے ماہرین اس ملک (یعنی انگلستان) میں اس کی رعایت نہیں رکھتے کیونکہ وہ کہتے ہیں کہ برف اور ہوا ایک ساتھ عمل نہیں کرسکتے۔

چھت قلیچی کا وزن ــــــ چھت قینچیوں کے وزن کے لیے حسب ذیل ضابطے پیش کیے گئے ہیں (ص = فصل فٹوں میں)۔

فولاد کی قینچیاں :ــــ

قینچی کا وزن $= \frac{3}{4}\left(1 + \frac{ص}{12}\right)$ پونڈ فی مربع فٹ جس پر قینچی چھائی ہو (T سلاخوں اور چپٹی سلاخوں کے ساتھ) } اسٹوارٹ[1]

[1] Stewart

$= \frac{5}{16}\left(1 + \frac{ص}{12}\right)$ پونڈ فی مربع فٹ جس پر قینچی چھائی ہو (دو ہرے زاویہ آہنوں کے ساتھ) } اسٹوارٹ[1]

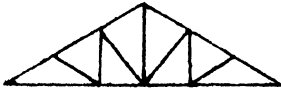
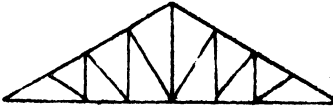
$= \frac{3}{4}\left(1 + \frac{ص}{10}\right)$ پونڈ فی مربع فٹ جس پر قینچی چھائی ہو } (مریمن)[2]

$= \frac{ص}{25} + 4$ پونڈ فی مربع فٹ جس پر قینچی چھائی ہو } (جانسن برائن اور ٹرنیر)[3]

چوبی قینچیاں:-

$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{ص}{10}\right)$ پونڈ فی مربع فٹ جس پر قینچی چھائی ہو } (مریمن)[2]

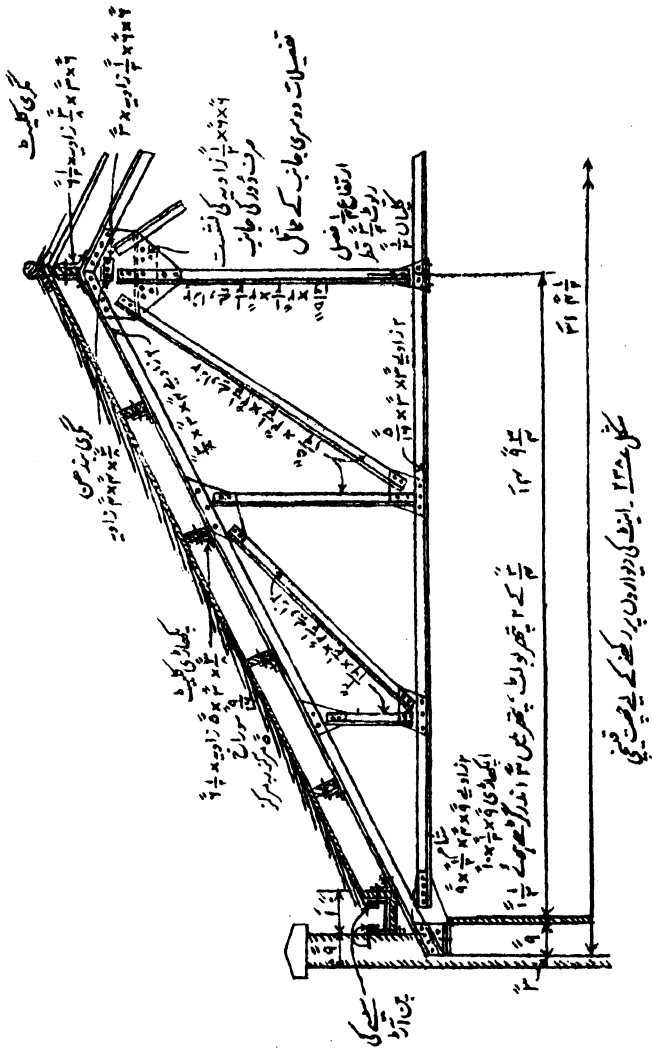
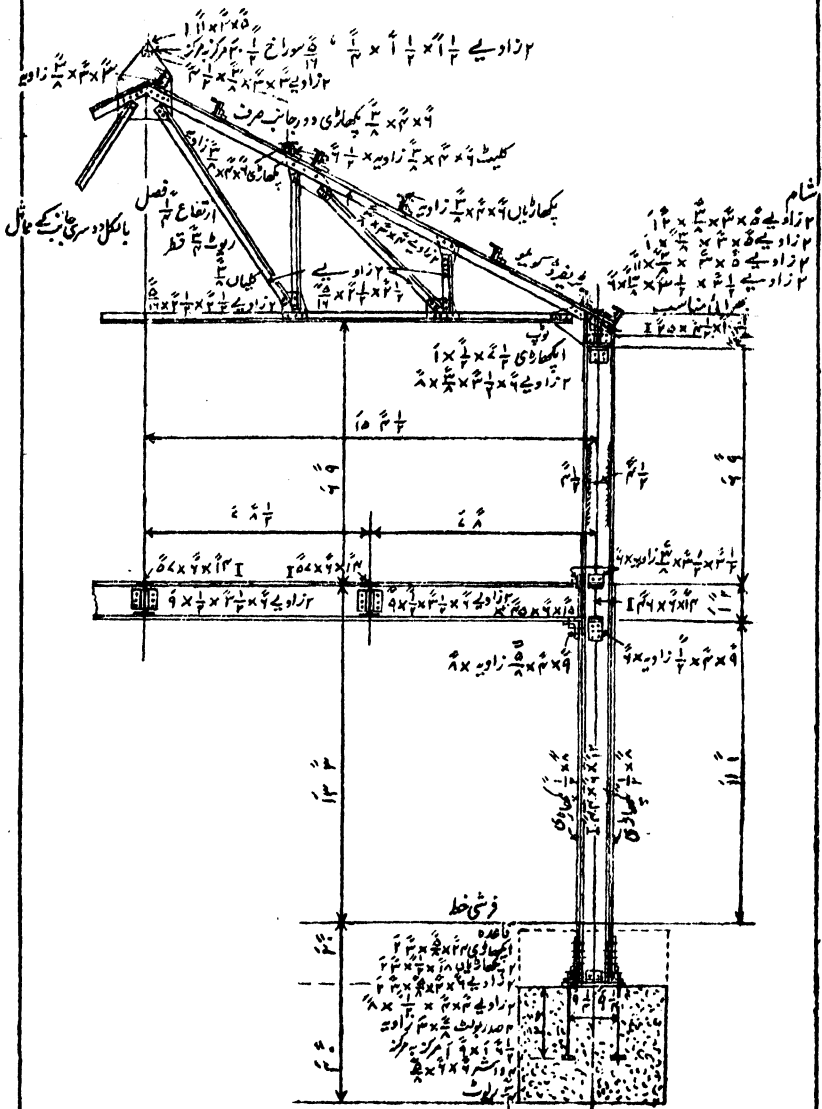
۴۰ فٹ کے فصلوں تک دستور یہ ہے کہ چھت قینچی کو ۴۰ پونڈ فی مربع فٹ زمین کے انتہائی بوجھ کے حساب سے تجویز کیا جائے۔ اس میں ہوا کا دباؤ شامل رہتا ہے۔

چھت قینچیوں کی قسمیں ——— شکل ۲۳۷ میں چھت قینچیوں کی عام طور پر استعمال ہونے والی قسمیں دکھائی گئی ہیں اور اشکال ۲۳۸ تا ۲۴۲ میں ان میں سے چند کی تفصیلی تجویزیں دی گئی ہیں۔ ان قسموں کے نام مختلف لوگوں کے پاس مختلف ہیں۔ ان ناموں میں قابل اعتبار وہی ہیں جو قینچی کی ساخت کو ظاہر کرتے ہیں مثلاً عمودی داب روک والی قینچی۔ دوسرے نام التزام کے ساتھ استعمال نہیں ہوتے۔

---

[1] Stewart　　[2] Merriman

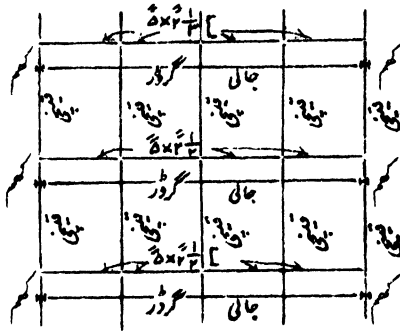
[3] Johnson، Bryan، Turneare

شکل ۲۳۷۔ چھت قینچیوں کی قسمیں۔

شکل ۲۳۸ ۔ اینٹ کی دیواروں پر رکھنے کے لیے چھت قینچی

شکل ۲۳۹ چھت کا شہتیر اور کھم۔ دو منزلہ عمارت کی تفصیلات

شکل نمبر ۲۳۰ - بڑے فصل کی چھت قینچی کی تفصیلات۔ بازو اور وسط میں پیدل راستے۔

شکل ۲۴۱ — N ہلکی قینچیوں کا سلسلہ صدر گرڈروں سے سہارا ہوا، جو قینچیوں میں وابستہ ہیں۔

شکل ۲۲۲ - شکل ۲۲۱ کی چھت کے لیے صدر گرڈر کی تفصیل

شکل ۲۴۳ ۔ شکل ۲۴۱ کے کچھ حصہ میں قینچیوں اور گرڈروں کی ترتیب کا نقشہ۔

رانی کھم قینچی جو دکھائی گئی ہے فولاد کاری کے لیے موزوں نہیں کیونکہ یہ "ناقص" ہے اور بندھن کو پیدا ہونے والا خماؤ کا معیار برداشت کرنے کے لیے تجویز کرنا ہوتا ہے۔

قینچی کا ارتفاع عموماً فصل کے $\frac{1}{4}$ سے $\frac{1}{5}$ تک ہوتا ہے اور جب بندھن سلاخ کو تحدب دیا جاتا ہے تو یہ تحدب عموماً فصل کے $\frac{1}{40}$ سے $\frac{1}{30}$ تک ہوتا ہے۔

یہاں جو تجویزیں دی گئی ہیں ان میں کلی تختیاں اور چپٹی سلاخیں یا زاویۂ آہن استعمال کیے گئے ہیں۔ "دو شاخہ اور آنکھ" والی سلاخیں استعمال نہیں کی گئیں۔

کڑی کے لیے سب میں زیادہ کثیر الاستعمال تراش T یا دو زاویہ آہن ہیں جو پشت بہ پشت تھوڑے فاصلے سے رکھے جاتے ہیں۔ یہ دوسری ترکیب عموماً ارزاں ہوتی ہے۔

ہر ایک کی ساخت شکلوں سے بخوبی سمجھ میں آجائیگی۔

شکل ۲۴۴ میں جوڑ کی دو قسمیں دکھائی گئی ہیں جو بعض لوگ استعمال

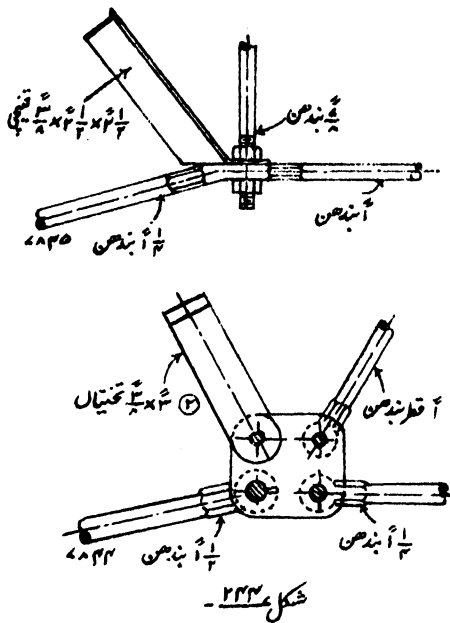
کرتے ہیں۔ یہ جوڑ قابلِ اعتراض ہیں۔ دوسری قسم میں غیر ضروری صرفہ ہے۔ اور اُس میں اُستواری نہیں ہوتی۔ اور پہلی قسم میں نقص یہ ہے کہ داب روک پر بوجھ خارج المرکز ہے اور نیز یہ داب روک بندھن کی جوڑیوں کو گھس دیتا ہے۔

صدر کڑیوں کا باہمی فصل —— صدر کڑیوں یا قینچیوں کے باہمی فصل کے متعلق کوئی مقررہ قاعدہ نہیں۔ ۱۴ فٹ فصل تک غالباً ۱۰ فٹ سب میں زیادہ کثیر الاستعمال ہے اور اس سے زیادہ فصل کے لیے ایک موٹا سا قاعدہ یہ ہے کہ فصل کا $\frac{1}{5}$ رکھا جائے۔

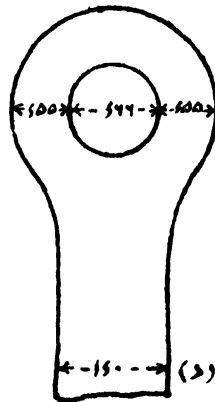
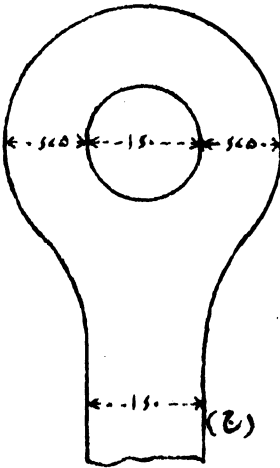
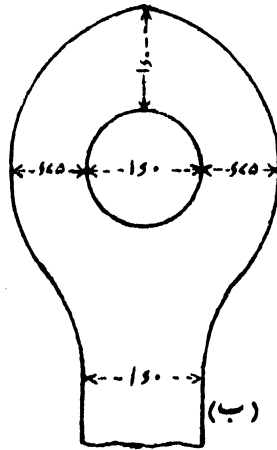
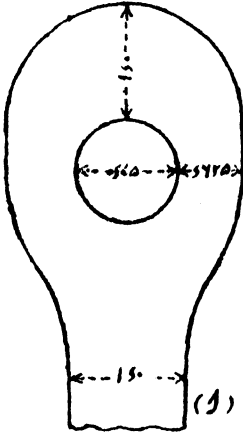
پکھاڑیوں کی ترتیب —— پکھاڑیاں یعنی قینچیوں کے علی القوائم سلاخیں جن کے ذریعے چھت کی پوشش کو قینچیوں سے وصل کیا جاتا ہے عموماً زاویہ یا I یا نالی کی تراش کی ہوتی ہیں۔ اگر پکھاڑیاں کڑیوں کو صرف عقدوں یعنی جوڑوں پر نہ جوڑی جائیں تو مقامی خماؤ کا لحاظ رکھنا چاہیے جیسا کہ صفحہ ۴۲۲ پہ بیان ہوا ہے۔ پکھاڑیوں کے تسلسل کا لحاظ رکھا جاسکتا ہے۔

قینچی کے سروں کی تنصیب —— معمولی فصلوں کی صورت میں قینچی کے سروں کے نیچے سندی یا تل تختی بنیاد بولٹوں کے ذریعہ ایک پتھر کے واسے (Template) پر یا فولادی کھموں کو کس دی جاتی ہے۔

بعض اوقات ایک سرے پر بولٹوں کے لیے سوراخ کی بجائے نالی بنائی جاتی ہے تاکہ حرکت کر سکیں اور بڑے فصلوں کی صورت میں پھرکی سندیں استعمال کی جاتی ہیں جیسا کہ پلوں کی صورت میں کیا جاتا ہے۔ لیکن زمانہ حال میں میلان اس جانب ہے کہ بڑے فصل کی چھت قینچیوں سے احتراز کیا جائے۔

شکل ۲۴۴۔

چھتوں اور دیگر تعمیروں کے لیے آنکھ دار سلاخیں

ہم اس سے پہلے کہہ چکے ہیں کہ کیل سے جڑی ہوئی آنکھ دار سلاخیں اس ملک (یعنی انگلستان) میں پلوں کی تعمیر میں زیادہ استعمال نہیں ہوتیں اور چھت کے کاموں میں تو تقریباً بالکل متروک ہوگئی ہیں۔ تاہم ان سلاخوں کی بعض وقت ضرورت ہوتی ہے اس لیے ہم ان کی تجویز کے متعلق چند قاعدے بیان کرینگے۔ ان کی تجویز کے عام قاعدے یہ ہیں کہ آنکھ پر تنشی مضبوطی کم از کم سلاخ کے جسم کی مضبوطی کے مساوی ہونی چاہیے اور کیل کی جزی اور سندی مضبوطی سلاخ کی تنشی مضبوطی کے مساوی ہونی چاہیے۔

امریکہ والے جنہیں آنکھ دار سلاخوں کا بہت تجربہ ہے عموماً سلاخ کی چوڑائی موٹائی کی ۶ گنی رکھتے ہیں۔ آنکھ دار سلاخوں کے متعلق دستور یہ ہے کہ اس کی رعایت رکھی جائے کہ ممکن ہے کہ بٹھائی (Fitting) ذرا ناقص ہو اور اس

شکل ۲۴۵ - آنکھ دار سلاخوں کی شکلیں۔

لحاظ سے سندی زور ریوٹوں سے کسی قدر کم لیا جاتا ہے، مثلاً فولاد کے سے لیے ۸ ٹن فی مربع انچ۔

فرض کرو کہ کیل کا قطر ق ہے، سلاخ کی موٹائی ٹ اور عرض ض۔ تب نرم فولاد کے لیے تناؤ میں ۸ ٹن فی مربع انچ اور جز کے لیے ۵ ٹن فی مربع انچ لینے سے

تناؤ کی مضبوطی = ۸ ض ٹ

= ۴۸ ٹ^{۲} اگر ض = ۶ ٹ .... (۱)

کیل کی مضبوطی دوہرے جز میں = ۲ × ۷۸۵۴ء × ۵ ق^{۲}

= ۷۸۵۴ء۷ ق^{۲} .... (۲)

" مسندی لحاظ سے = ۸ ق ٹ .... (۳)

اگر (۱) = (۲) تو

۷۸۵۴ء۷ ق^{۲} = ۴۸ ٹ^{۲}

ق = ۲۴ء۷ ٹ = ۴۱ء ض تقریباً

اگر (۱) = (۳) تو

۸ ق ٹ = ۴۸ ٹ^{۲}

ق = ۶ ٹ = ۷۵ء ض

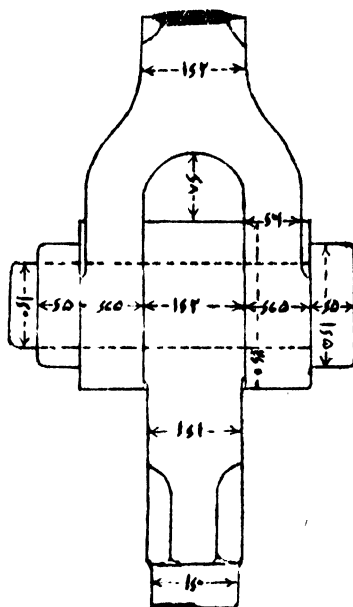
اس سے ق کی ضروری قیمت ق = $\frac{۳}{۴}$ ض حاصل ہوگی۔

معلق پل، معمولی پل، اور چھت کے کام کی آنکھ دار سلاخوں پر بہت سے تجربات کیے گئے ہیں۔ ذیل کے ماہرین نے جو ابعاد تجویز کیے ہیں وہ شکل ۲۲۵ میں دیے گئے ہیں (ا) برکلے[1] (ب) شیلر اسمتھ[2] (ہتھوڑے سے پیٹا ہوا) (ج) شیلر اسمتھ (ماقوائی طور پر گھڑا ہوا)، (د) سر چارلس فاکس[3] گول سلاخوں کے لیے دو شاخی ڈگیا جوڑ (Knuckle-joints) کے

---

[1] Berkley [2] Shaler Smith

[3] Sir Charles Fox

واسطے اَنوِن[1] کے تجویز کردہ ابعاد شکل ۲۴۶ میں دیے گئے ہیں۔

شکل ۲۴۶ ۔ کانٹے اور آنکھ دار سلاخ کا جوڑ

بہت سے رابطوں کے لیے جیسے کہ امریکی قینچی کے پلوں میں واقع ہوتے ہیں کیلوں کو تجویز کرتے وقت کیلوں پر کے خماؤ کے معیاروں پر بھی غور کرنا پڑتا ہے۔ خماؤ کے معیار کی رعایت کے متعلق طالب علم برائین[2]، جانسن[3] و ٹرنیر[4] کی کتاب " زمانۂ حال کے چوکھٹے دار ساختیں"[5] کا مطالعہ کریں۔

---

[1] Unwin [2] Bryan [3] Johnson [4] Turneare

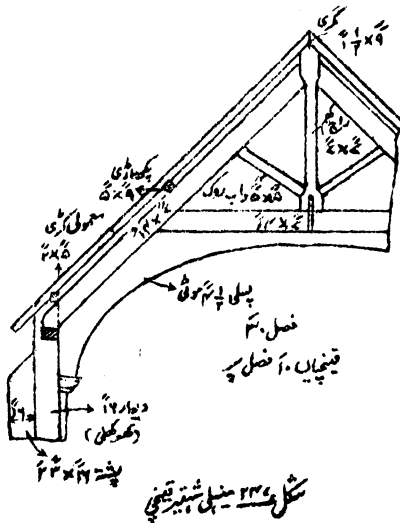
[5] Modern Framed Structures (Wiley & Sons)

چوبی چھت قینچیاں —— چوبی چھت قینچیوں کے جوڑوں وغیرہ کی تفصیلات فنِ تعمیر اور نجاری کی اکثر درسی کتابوں میں ملینگی۔

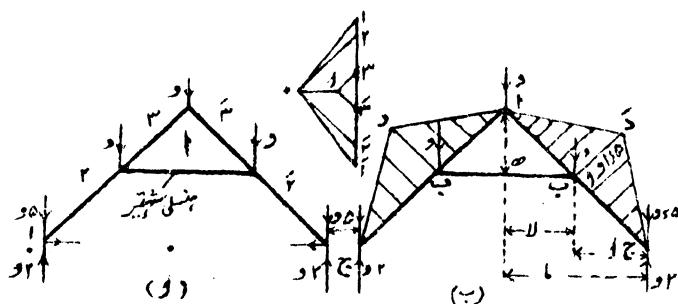
۱۰ فٹ باہمی فصل اور ¼ ارتفاع کی شمالی صنوبر (Pine) کی قینچیوں اور سلیٹ کی پوشش کی چھتوں کے لیے استعمال ہونے والی راج کھم اور رانی کھم قینچیوں کے لیے ذیل کے کٹ چوبینے انچوں میں اختیار کیے جاتے ہیں۔

فصل (فٹ)	زیریں شہتیر	راج کھم	رانی کھم	صدر کڑیاں	زیریں داب بانس	زیریں اڑسانیں	ٹھگانیاں	معمولی کڑیاں
۲۰	۴ × ۹½	۳ × ۴	—	۴ × ۴	—	۲ × ۳½	۴¾ × ۸	۲ × ۳½
۲۲	۵ × ۹½	۳ × ۵	—	۳½ × ۵	—	۲¼ × ۳¾	۵ × ۸¼	۲ × ۳¾
۲۴	۵ × ۱۰½	۳½ × ۵	—	۴ × ۵	—	۲½ × ۴	۵ × ۸½	۲ × ۴
۲۶	۵ × ۱۱½	۴ × ۵	—	۴¼ × ۵	—	۲¼ × ۴¼	۵ × ۸¾	۲ × ۴¼
۲۸	۶ × ۱۱½	۴ × ۶	—	۳½ × ۶	—	۲¾ × ۴½	۵¼ × ۸¾	۲ × ۴½
۳۰	۶ × ۱۲	۴½ × ۶	-	۴ × ۶	—	۳ × ۴¾	۵½ × ۹	۲ × ۴¾
۳۲	۴½ × ۱۰	—	۴ × ۴½	۶¾ × ۴½	۴½ × ۶¾	۲¼ × ۳¾	۴¾ × ۸	۲ × ۳½
۳۴	۵ × ۱۰	—	۳½ × ۵	۶½ × ۵	۵ × ۶¾	۲½ × ۴	۵ × ۸¼	۲ × ۳¾
۳۶	۵ × ۱۰½	—	۴ × ۵	۶¾ × ۵	۵ × ۷	۲½ × ۴¼	۵ × ۸½	۲ × ۴
۳۸	۶ × ۱۰	—	۳¾ × ۶	۶ × ۶	۶ × ۷¼	۲½ × ۴½	۵ × ۸½	۲ × ۴
۴۰	۶ × ۱۱	—	۴ × ۶	۶½ × ۶	۶ × ۸	۲½ × ۴½	۵ × ۸½	۲ × ۴¼
۴۲	۶ × ۱۱½	—	۴½ × ۶	۶¾ × ۶	۶ × ۸¼	۲¾ × ۴½	۵¼ × ۸¾	۲ × ۴½
۴۴	۶ × ۱۲	—	۵ × ۶	۷ × ۶	۶ × ۸½	۳ × ۴½	۵ × ۹	۲ × ۴¾
۴۶	۶ × ۱۲½	—	۵½ × ۶	۷¼ × ۶	۶ × ۹	۳ × ۴¾	۵½ × ۹	۲ × ۵

ہنسلی شہتیر اور ہتوڑا شہتیر کی چھت قینچیاں

قینچیاں گرجاؤں اور پبلک ہالوں میں کثرت سے استعمال ہوتی ہیں۔ ان میں خوبی یہ ہے کہ دیکھنے میں اچھی معلوم ہوتی ہیں لیکن نقص یہ ہے کہ ان کی تجویز سائنٹفک نہیں۔ ان کے زور ٹھیک ٹھیک معلوم نہیں کیے جا سکتے۔ کیونکہ دیوار کی مزاحمت یا دھکیل معلوم نہیں ہوتی۔

شکل ۲۴۷ ہنسلی شہتیر قینچی

ہنسلی شہتیر قینچی کے لئے ۳۰ فٹ فصل اور ۵ء۱۸ ارتفاع کے لیے ایک تجویز شکل ۲۴۷ میں دکھائی گئی ہے۔ ہنسلی شہتیر میں بندھن سلاخ نہیں ہوتی۔ دھکیل کو دیوار کے ذریعے یا کڑی کے خمائو کے زور کے ذریعے برداشت کیا جاتا ہے۔ یہ ایک کامل ڈھانچہ نہیں اور اس میں زور اُس وقت تک نہیں معلوم ہو سکتے جب تک کہ دیوار کی دھکیل کی مزاحمت کی طاقت نہ معلوم ہو۔ اگر دیواریں

بالکل استوار ہوں جس کی وجہ سے حاصل دھکیل کڑی کی سمت میں ہو تو ہنسلی شہتیر فشار میں ہوتا ہے اور زور شکل ۲۴۸ (ا) کے مطابق ہونگے۔ دیواروں کے دھکیل ۱۰ اور ۱۰ اُسے حاصل ہونگے (ہم نے لداؤ مساوی لیا ہے جیسا کہ عموماً ہوتا ہے)۔ لیکن اگر دیواریں پشتہ دار نہ ہوں اور افقی دھکیل کی مزاحمت نہ کر سکیں تو کڑی پر خماؤ کا معیار ہوگا اور ہنسلی شہتیر تناؤ میں ہوگا۔ صورت (ب)۔

شکل ۲۴۸ ہنسلی شہتیر قینچی۔

اِس صورت میں زور زور کے نقشے کے ذریعے آسانی سے نہیں معلوم ہو سکتے۔ ہنسلی شہتیر کا زور معیاروں کے طریقے سے اِس طرح حاصل ہوگا:۔

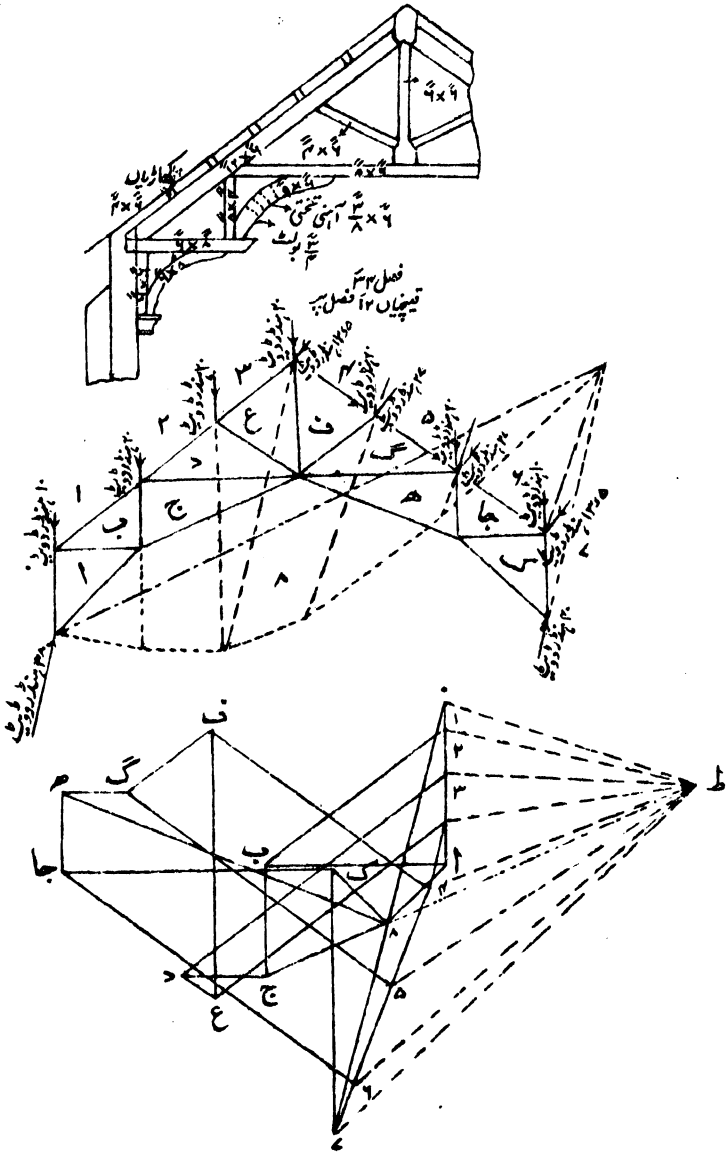
ا کے گرد معیار لو۔

ب د کا زور × ھ = (۲و - ۵ر۰و) ما - و × لا

ب د کا زور = $\frac{(\text{۱٫۵ ما} - \text{لا})\ \text{و}}{\text{ھ}}$

کڑیوں میں دھکیل ج یا جَ پر کی حاصل قوت ۲و - ۵ر۰و = ۵ر۱ و کا جزو تحلیلی ہوگا اور خماؤ کے معیار کا نقشہ ویسا ہوگا جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔ اعظم خماؤ کا معیار ۵ر۱ و ا ہوگا۔

دیوار کو پشتہ دینا چاہیے تاکہ صورت (ا) کا دھکیل برداشت

شکل ۲۳۹ - ہتوڑا شہتیر قینچی

کر سکیں۔ دیکھو چھت کی مضبوطی ایسی رکھنی چاہیے کہ اگر دیواریں بیکار ہو جائیں تو نقصان نہ ہو اور دیواریں ایسی ہونی چاہئیں کہ دھکیل سے باہر نہ گر پڑیں۔ عموماً خماؤ کے معیار کو برداشت کرنے کے لیے ایک چوبی کمان بنا دی جاتی ہے جیساکہ شکل ع۲۴۷ میں دکھایا گیا ہے اور اس کو اعظم خماؤ کے معیار کے مقام پر فولاد یا لوہے کی تختیوں کے ذریعے مضبوط کیا جاسکتا ہے جیساکہ ہتوڑا شہتیر قینچی کی صورت میں دکھایا گیا ہے (شکل ع۲۴۹)۔ ہوا کے دباؤ سے پیدا ہونے والے زوروں کا حساب اس صورت میں بہت دقت طلب ہے۔

اسی طرح کی ایک قینچی فولادی کمانذار بندھن کے ساتھ شکل ع۱۵۰ میں حل کر کے دکھائی گئی ہے۔

ہتوڑا شہتیر قینچی کے لیے ۲۴ فٹ فصل کی ایک تجویز شکل ع۲۴۹ میں دکھائی گئی ہے۔ اس میں بھی بندھن سلاخ نہیں ہوتی۔ لیکن یہ عملاً ایک کامل قینچی ہے جیساکہ ڈھانچے کے نقشے میں دکھایا گیا ہے جس کی متکافی شکل بھی کھینچی گئی ہے۔ اس صورت میں دونوں ردِّ عمل حاصل قوت کے متوازی لیے گئے ہیں۔ عملاً دیواروں پر ایک دھکیل ہوگا جو ان کو باہر کی طرف جھکا دینے کی کوشش کریگا اور اس دھکیل سے قینچی کے زور کم ہو جائینگے۔ لیکن مناسب یہ ہے کہ تجویز کرتے وقت اس کمی کا کوئی لحاظ نہ کیا جائے۔ دیواروں پر پڑنے والا اعظم دھکیل اکثر اتنا ہوگا کہ حاصل ردِّ عملوں کو سمتوں ۱۸ اور ۸ک میں لے آئے۔

جہاں کہیں ممکن ہو بندھن سلاخ لگانی چاہیے کیونکہ اس صورت میں زور بہت زیادہ صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتے ہیں اور ارکان کو بہت کچھ ہلکا بنایا جا سکتا ہے۔

اٹھارواں باب

پُلوں اور گرڈروں کی تجویز

اب ہم پُلوں اور گرڈروں کی تجویز میں اُن اصولوں کا اطلاق کرینگے جو گزشتہ ابواب میں سمجھائے گئے ہیں۔ اشیائے تعمیر کی جسامتوں کے متعلق صفحہ ۶۶۱ پر ایک نوٹ دیا گیا ہے۔

پُلوں پر کے بوجھ —— مُردہ بوجھ۔ یہ مستقل تعمیر کا بوجھ ہے اور خود فولادکاری، گِٹی، سمنٹ، سلیپروں، وغیرہ، کے وزن پر مشتمل ہے اور اس کو جہاں تک ممکن ہو حقیقی ابعاد سے محسوب کرنا چاہیے۔

ذیل کے اعداد تجویز میں مدد دینگے:—

کانچہ سقف بندی	۲۵۰ پونڈ فی مربع فٹ
ناند سقف بندی	۱۳ تا ۵۰ " "
محکم کنکریٹ	۱۲ پونڈ فی مربع فٹ فی انچ موٹائی
سڑک کُندے (Roadway setts)	۱۲۰ پونڈ فی مربع فٹ
پٹڑیاں	۰۶ء ٹن فی فٹ فی لائین
گِٹی	۱۵ء تا ۲۱ء " "
چوبینہ	۰۷ء تا ۱۷ء " "

گرڈروں کے وزن — خود گرڈروں کے وزن کی تقریبی رعایت رکھنے کے لیے ذیل کے ضابطے تجویز کیے گئے ہیں:-

(۱) اَنِوِن کا ضابطہ

$$و_ا = \text{گرڈر کا وزن فی طولی فٹ} = \frac{و ن}{م ز - ل ن}$$

جہاں و = گرڈر پر پڑنے والا بوجھ (ٹن)

ل = فصل (فٹ)

ن = گہرائی اور فصل کی نسبت

ز = کامی زور (ٹن فی مربع انچ)

م = ایک مستقل، جو چھوٹے تختی گرڈروں کے لیے ۱۲۰۰ سے ۱۴۰۰ تک اور قینچی گرڈروں کے لیے ۱۷۰۰ سے ۱۹۰۰ تک لیا جاسکتا ہے۔

(۲) تختی گرڈروں کے لیے تقریبی قاعدہ

$$و_ا = \frac{و}{۷۰۰}$$

(۳) جانسن[1]، برائن[2]، ٹرنیر[3] کا ضابطہ ("زمانہ حال کے ڈھانچے")

ل = فصل (فٹ)

و = گرڈر کا وزن پونڈ فی طولی فٹ میں

عرشہ تختی گرڈر و = ۹ ل + ۱۲۰

عرشہ جالی گرڈر و = ۷ ل + ۲۰۰

میانہ پن پل و = ۵ ل + ۳۵۰

یہ اعداد اکہری لائن کے ریل کے پُل کے لیے ہیں:-

وزن کا اس سے زیادہ صحیح تخمینہ خاص کر بڑے فصلوں کے لیے اُن تخمینوں سے حاصل ہوگا جو بہت سے پُلوں کے حقیقی وزن کے مطالعہ سے

[1] Johnson [2] Bryan [3] Turneare

اخذ کیے گئے ہیں۔ طالب علم کو اُس مضمون کا حوالہ دیا جاتا ہے جو مسٹر ڈبلیو۔ ایچ تھارپ[۵] نے "رسالۂ انجینیرنگ" ۳۰ اکتوبر ۱۹۲۵ء میں لکھا ہے۔

سڑک کے پلوں کے لیے امریکی دستور:—

عرشہ تختی گرڈر   و = ۲٫۵ + ل/۴٫۴

سرتاسر تختی گرڈر   و = ۳٫۲ + ل/۵٫۶

سرتاسر قینچی گرڈر   و = ۸٫۸ + ل/۱۱٫۳

جہاں   و = فولاد کا وزن پونڈ فی مربع فٹ جس پر پل چھایا ہو

ل = فصل (فٹ)

ریل کے پلوں پر زندہ بوجھ —— باب ۷ میں بتایا جا چکا ہے کہ ریل کے پلوں کے لیے دستور ہے کہ فصل کے اوپر ایک معیاری گاڑی کی حرکت کے لیے تجویز اختیار کی جائے۔

ریل کے پلوں کے لیے برطانوی معیاری بوجھ —— اس ملک (یعنی انگلستان) میں حسب ذیل معیاری بوجھ اختیار کیے گئے ہیں (دیکھو برطانوی معیاروں کی مجلس کی تخصیص نمبر ۱۵۳، ضمیمہ)۔

[۵] Mr. W. H. Thorpe, A. M. Inst. C. E.

برطانوی معیاری اکائی لداؤ اکہرے راستے کے پلوں کے لیے
گیج ۴ فٹ ۸ ۱/۲ انچ

فصل فٹ	صدر گرڈر اور پٹریوں کے حامل						آڑے گرڈر
	اعظم خمائو کا معیار (فٹ ٹن)	مجموعی معادل یکساں منقسم بوجھ (ٹن)	اعظم خمائو کا معیار (فٹ ٹن)	مجموعی معادل یکساں منقسم بوجھ (ٹن)	اعظم جز (ٹن)		آڑے گرڈر کا اعظم ردعمل (ٹن)
	فصل کے وسط میں		فصل کے ۱/۴ کے نقطے پر		فصل کے وسط میں	بیل پائے پر	
۱۰	۳٫۱۲۵	۲٫۵۰۰	۲٫۸۱۳	۳٫۰۰۱	۰٫۶۲۵	۱٫۷۵۰	۲٫۰۰۰
۵۰	۴۶٫۷۵۲	۷٫۴۸۰	۳۷٫۱۲۵	۷٫۹۳۰	۱٫۴۱۵	۴٫۴۲۰	۶٫۴۶۰
۱۰۰	۱۶۱٫۹۲۲	۱۳٫۹۵۲	۱۲۶٫۲۵۰	۱۳٫۶۴۷	۲٫۲۱۰	۷٫۵۷۰	۱۱٫۸۶۰
۲۰۰	۵۹۴٫۰۳۷	۲۳٫۷۶۱	۴۵۰٫۷۵۰	۲۲٫۰۴۰	۳٫۷۸۵	۱۳٫۱۸۵	۲۰٫۹۷۵
۳۰۰	۱۲۲۵٫۸۰۶	۳۲٫۶۸۸	۹۵۹٫۲۵۰	۳۲٫۱۰۷	۵٫۲۴۰	۱۸٫۳۹۰	۳۰٫۶۵۰

درمیانی تمام فصلوں کے لیے قیمتیں مذکورہ ضمیمے میں موجود ہیں۔
اوپر کے اعداد اکائی بوجھ کے لیے ہیں۔ صدر لائینوں کے لیے بوجھ آج کل ۲۰ اکائیاں لیا جاتا ہے۔

ریل کے پلوں کے لیے کوپر کے بوجھ

امریکہ میں تھیوڈور کوپر^ه کے معیار لینے کا دستور ہے جو ذیل میں تفصیل کے ساتھ درج کیے جاتے ہیں۔ کوپر کا معیاری لداؤ دو حرا کے مع ٹنڈر اور

ـه Theodore Cooper

ان کے پیچھے یکساں بوجھ پر مشتمل ہے۔ باہمی فصل شکل ۲۴۹ ا میں دکھائے گئے ہیں۔ بھاری پن کے لحاظ سے مختلف درجے کیے گئے ہیں اور لداؤ حسب ذیل ہیں:-

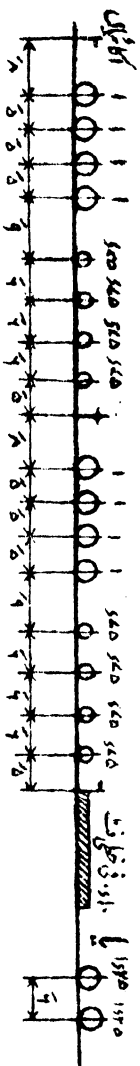
کوُپر کے معیاری بوجھ

(ہزار پونڈ کی اکائی میں)

درجہ	بوگی (ب)	ڈرائیور (ڈ)	ٹنڈر (ٹ)	یکساں بوجھ فی فٹ (ی)
ع ۳۰	۱۵٫۰	۳۰٫۰	۱۹٫۵۰	۳٫۰
ع ۳۵	۱۷٫۵	۳۵٫۰	۲۲٫۷۵	۳٫۵
ع ۴۰	۲۰٫۰	۴۰٫۰	۲۶٫۰۰	۴٫۰
ع ۴۵	۲۲٫۵	۴۵٫۰	۲۹٫۲۵	۴٫۵
ع ۵۰	۲۵٫۰	۵۰٫۰	۳۲٫۵	۵٫۰
ع ۵۵	۲۷٫۵	۵۵٫۰	۳۵٫۷۵	۵٫۵
ع ۶۰	۳۰٫۰	۶۰٫۰	۳۹٫۰۰	۶٫۰

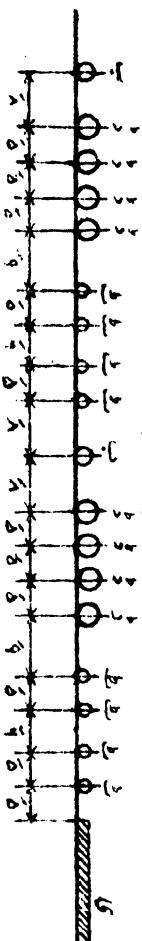
درمیانی درجوں اور اعلیٰ درجوں کی قیمتیں اسی تناسب میں لی جاسکتی ہیں۔

برطانوی معیاری اکائی بوجھ ریل کے اکہرے راستے کے پُلوں کے لیے

گیج ۴ فٹ ۸½ انچ

صدر لائنوں کے لیے ۲۰ اکائی لداؤ کی سفارش کی گئی (اکائی - ۱ ٹن)

کوپر معیاری بوجھ ریل کے اکہرے راستہ کے پُلوں کے لیے

گیج ۴ فٹ ۸½ انچ

شکل ۲۴۹ ا

گرڈروں کو اِن بوجھوں کے لیے تجویز کرنے میں اعظم معیار اور اعظم جز مطلوب ہونگے اور عموماً اس کو کافی صحیح سمجھا جاتا ہے کہ پُل کو ان بوجھوں کے معادل یکساں بوجھ کے لیے تجویز کیا جائے۔ یہ مقداریں ذیل کی جدول سے حاصل ہونگی:-

کوپر کے بوجھ کے لیے اعظم خ م اور سرے کا جز

[جدول کے اعداد کو درجے کے نمبر سے ضرب دو مثلاً درجہ ع ۵۰ کے لیے جدول کی قیمتوں کو ۵۰ سے ضرب دو]

فصل (فٹ)	اعظم خ م (۱۰۰۰ فٹ پونڈ)	اعظم جز (۱۰۰۰ پونڈ)	معادل یکساں بوجھ (۱۰۰۰ پونڈ فی طولی فٹ)		فصل (فٹ)	اعظم خ م (۱۰۰۰ فٹ پونڈ)	اعظم جز (۱۰۰۰ پونڈ)	معادل یکساں بوجھ (۱۰۰۰ پونڈ فی طولی فٹ)	
			خ م	جز				خ م	جز
۱۰	۲٫۸۲	۱٫۵۰	٫۲۲۵۰	٫۳۰۰۰	۴۰	۳۲٫۷۸	۳٫۷۸	٫۱۶۴۰	٫۱۸۸۶
۱۱	۳٫۲۸	۱٫۶۴	٫۲۱۷۲	٫۲۹۷۶	۴۲	۳۵٫۹۸	۳٫۹۰	٫۱۶۱۸	٫۱۸۹۰
۱۲	۴٫۰۰	۱٫۷۶	٫۲۲۴۲	٫۲۹۱۶	۴۴	۳۸٫۵۸	۴٫۰۲	٫۱۵۹۴	٫۱۸۳۰
۱۳	۴٫۷۶	۱٫۸۴	٫۲۲۴۸	٫۲۸۴۲	۴۶	۴۱٫۴۸	۴٫۱۴	٫۱۵۶۸	٫۱۸۰۰
۱۴	۵٫۵۰	۱٫۹۲	٫۲۲۴۴	٫۲۷۵۶	۴۸	۴۴٫۳۸	۴٫۲۴	٫۱۵۴۲	٫۱۷۶۸
۱۵	۶٫۲۶	۲٫۰۰	٫۲۲۲۲	٫۲۶۶۶	۵۰	۴۷٫۵۴	۴٫۳۶	٫۱۵۲۲	٫۱۷۴۲
۱۶	۷٫۰۰	۲٫۱۲	٫۲۱۸۸	٫۲۶۵۶	۵۲	۵۰٫۷۶	۴٫۴۶	٫۱۵۰۲	٫۱۷۱۶
۱۷	۷٫۷۶	۲٫۲۴	٫۲۱۴۶	٫۲۶۳۰	۵۴	۵۴٫۰۶	۴٫۵۶	٫۱۴۸۴	٫۱۶۸۸
۱۸	۸٫۵۰	۲٫۳۴	٫۲۰۹۸	٫۲۵۹۲	۵۶	[illegible]	۴٫۶۶	٫۱۴۷۰	٫۱۶۶۶
۱۹	۹٫۳۰	۲٫۴۲	٫۲۰۶۸	٫۲۵۴۸	۵۸	۶۱٫۱۶	[illegible]	٫۱۴۵۲	٫۱۶۴۴

۲۰	۱۰٫۳۲	۲٫۵۰	٫۲۰۶۲	٫۲۵۰۰	۶۰	۶۴٫۹۴	۴٫۸۸	٫۱۴۴۴	٫۱۶۲۶
۲۱	۱۱٫۳۰	۲٫۵۸	٫۲۰۵۰	٫۲۴۴۸	۶۲	۶۸٫۸۲	۵٫۰۰	٫۱۴۳۲	٫۱۶۱۴
۲۲	۱۲٫۲۸	۲٫۶۴	٫۲۰۳۰	٫۲۳۹۶	۶۴	۷۲٫۷۸	۵٫۱۲	٫۱۴۲۲	٫۱۶۰۲
۲۳	۱۳٫۲۸	۲٫۷۰	٫۲۰۰۸	٫۲۳۴۴	۶۶	۷۶٫۹۸	۵٫۲۴	٫۱۴۱۴	٫۱۵۹۰
۲۴	۱۴٫۲۶	۲٫۷۸	٫۱۹۸۰	٫۲۳۱۰	۶۸	۸۱٫۱۸	۵٫۴۰	٫۱۴۰۴	٫۱۵۸۶
۲۵	۱۵٫۲۶	۲٫۸۴	٫۱۹۵۲	٫۲۲۷۲	۷۰	۸۵٫۳۸	۵٫۵۲	٫۱۳۹۴	٫۱۵۷۸
۲۶	۱۶٫۲۴	۲٫۹۰	٫۱۹۲۲	٫۲۲۳۶	۷۲	۸۹٫۵۸	۵٫۶۶	٫۱۳۸۲	٫۱۵۷۳
۲۷	۱۷٫۲۴	۲٫۹۶	٫۱۸۹۲	٫۲۱۹۴	۷۴	۹۳٫۹۸	۵٫۸۲	٫۱۳۷۲	٫۱۵۷۲
۲۸	۱۸٫۲۸	۳٫۰۲	٫۱۸۶۴	٫۲۱۵۸	۷۶	۹۸٫۵۰	۵٫۹۶	٫۱۳۶۴	٫۱۵۶۶
۲۹	۱۹٫۴۰	۳٫۰۸	٫۱۸۴۶	٫۲۱۲۲	۷۵	۱۰۳٫۲۰	۶٫۰۸	٫۱۳۵۸	٫۱۵۶۰
۳۰	۳۰٫۵۲	۳٫۱۶	٫۱۸۲۴	٫۲۱۰۲	۸۰	۱۰۷٫۹۸	۶٫۲۲	٫۱۳۵۰	٫۱۵۵۲
۳۱	۲۱٫۶۴	۳٫۲۲	٫۱۸۰۲	٫۲۰۷۸	۸۲	۱۱۲٫۷۶	۶٫۳۴	٫۱۳۴۲	٫۱۵۴۸
۳۲	۲۲٫۷۸	۳٫۲۸	٫۱۷۸۰	٫۲۰۵۴	۸۴	۱۱۷٫۸۲	۶٫۴۸	٫۱۳۳۶	٫۱۵۴۲
۳۳	۱۳٫۹۰	۳٫۳۴	٫۱۷۵۶	٫۲۰۲۸	۸۶	۱۲۲٫۹۰	۶٫۶۰	٫۱۳۳۰	٫۱۵۳۶
۳۴	۲۵٫۰۲	۳٫۴۰	٫۱۷۳۲	٫۲۰۰۲	۸۸	۱۲۸٫۱۲	۶٫۷۴	٫۱۳۲۴	٫۱۵۳۰
۳۵	۲۶٫۱۴	۳٫۴۶	٫۱۷۰۸	٫۱۹۷۶	۹۰	۱۳۳٫۴۸	۶٫۸۶	٫۱۳۱۸	٫۱۵۲۴
۳۶	۲۷٫۴۴	۳٫۵۲	٫۱۶۹۴	٫۱۹۶۰	۹۲	۱۳۸٫۸۲	۶٫۹۸	٫۱۳۱۲	٫۱۵۲۰
۳۷	۲۸٫۷۲	۳٫۶۰	٫۱۶۷۸	٫۱۹۴۲	۹۴	۱۴۴٫۱۸	۷٫۱۲	٫۱۳۰۶	٫۱۵۱۴
۳۸	۳۰٫۰۰	۳٫۶۶	٫۱۶۶۲	٫۱۹۲۴	۹۶	۱۴۹٫۵۲	۷٫۲۴	٫۱۲۹۸	٫۱۵۰۸
۳۹	۳۱٫۳۴	۳٫۷۲	٫۱۶۴۸	٫۱۹۰۴	۹۸	۱۵۵٫۱۰	۷٫۳۸	٫۱۲۹۲	٫۱۵۰۴
					۱۰۰	۱۶۰٫۹۶	۷٫۵۰	٫۱۲۸۸	٫۱۵۰۰

صدمے کی رعایت —— باب ۲ میں دکھایا گیا ہے کہ تغیر کی رعایت سے کامی زور لون ہارٹ ـ ویراش[1] کے ضابطے سے کس طرح حاصل کیے جا سکتے ہیں۔ یہ ضابطہ حکومت فرانس استعمال کرتی ہے اِس لیے اس کو فرانسیسی ضابطہ بھی کہتے ہیں۔

امریکہ میں اور حال میں اِس ملک (یعنی انگلستان) میں اب دستور یہ ہو گیا ہے کہ اس کی بجائے ایک صدمے کا ضابطہ استعمال کیا جائے۔

واڈل[2] کا صدمے کا ضابطہ یہ ہے:۔

$$ص = \frac{۳۰۰}{ل + ۵۰۰}$$

جہاں ل فصل کے اُس حصے کا طول فٹوں میں ہے جس پر اعظم زور پیدا ہونے کے وقت زندہ بوجھ چھایا ہوا ہو اور ص وہ تناسب ہے جس سے اعظم سکونی زور کو بڑھا دینا چاہیے۔

اِسی طرح کا ایک ضابطہ (امریکی پُل ساز کمپنی کا) یہ ہے:۔

$$ص = \frac{۳۰۰}{ل + ۳۰۰}$$

برطانوی تجویز میں صدمے کی معیاری رعایت برطانوی معیاروں کی مجلس کے تخصیص نامے نمبر ۱۵۳ حصہ ۳ میں درج ہے جس سے ذیل کے اعداد یہاں درج کیے جاتے ہیں:۔

(ا) $ص = \frac{۱۲۰}{۹۰ + \frac{ن+۱}{۲} ل}$ بھاپ حراکوں کی ریلوں کے لیے

اس میں ص اور ل حسب سابق ہیں اور ن راستوں کی تعداد ہے جس کو سہارنے کے لیے گرڈر یا رکن کو تجویز کرنا ہے۔

(ب) بالکل بجلی سے چلنے والی ریل کے لیے (ا) میں کے ص کو

[2] Waddell

[1] Launhardt - Weyrauch

انجینیر اپنے صوابدید سے کم کردے۔
(ج) سڑک کے پُلوں کے لیے (۱) کے ص کا $\frac{2}{3}$، اور اس کی اعلیٰ حد ۰،۷۵۔ اس میں ن آمدورفت کی لائنوں کی تعداد ہے۔
مسٹر اسٹون نے اس بات کی کوشش کی کہ حکومت ہند نے متحرک بوجھوں کے تحت پُلوں کے انصراف کے متعلق جو اعداد و شمار حاصل کیے ہیں اُن کے ذریعے اندازہ کیا جائے کہ صدمے کی رعایت کے لئے زندہ بوجھ کو مختلف صورتوں میں کس عدد سے ضرب دینا چاہیے۔ اُنھوں نے یہ فرض کیا ہے کہ زندہ بوجھ کی نسبت مردہ بوجھ کے ساتھ (یا اُن کے الفاظ میں متحرک بوجھ کی نسبت ثابت بوجھ کے ساتھ) جتنی زیادہ ہو صدمہ کی اہمیت اُسی تناسب سے بڑھتی ہے۔
ذیل میں چند اعداد و شمار مسٹر اسٹون کی مرتب کی ہوئی ایک جدول سے درج کیے جاتے ہیں۔

مرکب بوجھ کی نوعیت نسبت کا فیصد		متحرک بوجھ کا فوری اثر بمقابلہ ثابت بوجھ کے اثر کے
ثابت بوجھ	متحرک بوجھ	فیصد
۰	۱۰۰	—
۲،۵	۹۷،۵	۱۴۷،۴۰
۵	۹۵	۱۳۳،۷۸
۱۰	۹۰	۱۲۲،۶۳
۱۵	۸۵	۱۱۹،۸۶
۲۰	۸۰	۱۱۳،۰۶
۲۵	۷۵	۱۱۰،۲۷
۳۰	۷۰	۱۰۸،۱۳

Mr. Stone ۵

مرکب بوجھ کی نوعیت نسبت کا فیصد		متحرک بوجھ کا فوری اثر بمقابلہ ثابت بوجھ کے اثر کے
ثابت بوجھ	متحرک بوجھ	فیصد
۳۳٫۳	۶۶٫۷	۱۰۷٫۱۴
۳۵	۶۵	۱۰۶٫۶۳
۴۰	۶۰	۱۰۵٫۴۷
۴۵	۵۵	۱۰۴٫۶۲
۵۰	۵۰	۱۰۳٫۸۷
۵۵	۴۵	۱۰۳٫۲۳
۶۰	۴۰	۱۰۲٫۶۳
۶۵	۳۵	۱۰۲٫۱۰
۶۶٫۷	۳۳٫۳	۱۰۱٫۹۶
۷۰	۳۰	۱۰۱٫۶۴
۷۵	۲۵	۱۰۱٫۲۱
۸۰	۲۰	۱۰۰٫۸۲
۸۵	۱۵	۱۰۰٫۵۳
۹۰	۱۰	۱۰۰٫۳۰
۹۵	۵	۱۰۰٫۱۳
۱۰۰	-	۱۰۰٫۰۰

آڑے گرڈروں میں صدمے کی رعایت صدر گرڈروں سے اکثر زیادہ رکھی جاتی ہے۔

سڑک کے پُلوں پر زندہ بوجھ

آدمیوں کا مجمع = ۱۲۰ پونڈ فی مربع فٹ

عام آمدورفت = ۲۰۰ تا ۳۰۰ پونڈ فی مربع فٹ

اسں میں جرِّ انجنوں وغیرہ کے بوجھ شامل ہیں اور یہ غالباً ضرورت سے زیادہ ہے۔

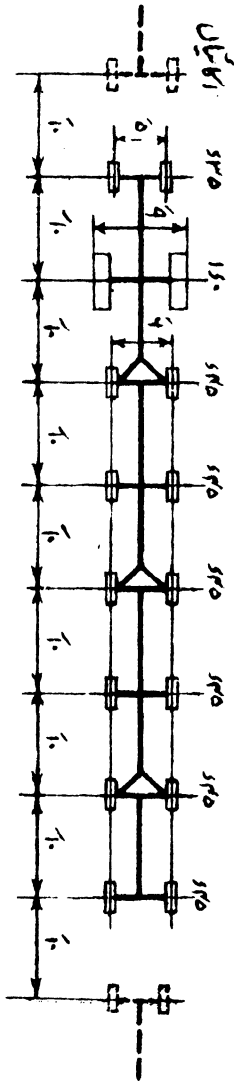
ایک متبادل طریقہ جو بعض لحاظ سے زیادہ قابلِ اطمینان ہے یہ ہے کہ ۱۰۰ تا ۱۵۰ پونڈ فی مربع فٹ کی اور تیز جرِّ انجنوں کے ۱۰ تا ۲۵ ٹن کے متحرک بوجھ کی رعایت رکھی جائے۔

شاہراہوں کے پُلوں کے لیے برطانوی معیاری بوجھ (جس کو عام طور پر وزارتِ حمل و نقل کا تخصیص کردہ بوجھ کہتے ہیں) شکل ۲۴۹ ب میں دکھایا گیا ہے۔

خماؤ کے معیاروں وغیرہ کی پوری تفصیلات بی۔ای۔ایس۔اے (برطانوی انجنیری معیاروں کی مجلس) کے تخصیص نامے کے ضمیمے میں ملینگی جس سے ذیل کے اعداد چند فصلوں کے لیے نقل کیے جاتے ہیں:-

شاہراہوں کے پُلوں کے لیے برطانوی معیاری اکائی بوجھ

فصل (فٹ)	صدر گرڈر اور سڑک کے طولی حامل: فصل کے مرکز پر — اعظم خماؤ کا معیار (فٹ ٹن)	فصل کے مرکز پر — مجموعی معادل یکساں منقسم بوجھ (ٹن)	فصل کے ¼ کے نقطے پر — اعظم خماؤ کا معیار (فٹ ٹن)	فصل کے ¼ کے نقطے پر — مجموعی معادل یکساں منقسم بوجھ (ٹن)	اعظم جز (ٹن) — فصل کے مرکز پر	اعظم جز (ٹن) — پیل پایے پر	آڑے گرڈر: آڑے گرڈر کا اعظم ردِ عمل (ٹن)
۱۰	۲،۵۰۰	۲،۰۰۰	۱،۸۷۵	۲،۰۰۰	،۵۰۰	۱،۰۰۰	۱،۰۰۰
۵۰	۲۰،۷۵۲	۳،۳۲۰	۱۵،۹۳۸	۳،۴۰۰	،۵۷۵	۱،۹۰۰	۲،۷۲۰
۱۰۰	۶۸،۴۷۹	۵،۴۶۲	۵۱،۸۱۳	۵،۵۲۷	۰،۸۴۵	۳،۱۰۵	۵،۱۴۰
۲۰۰	۲۵۷،۲۷۸	۱۰،۴۹۱	۱۹۳،۰۰۰	۱۰،۳۴۷	۱،۴۵۳	۵،۶۲۵	۱۰،۱۷۵
۳۰۰	۵۷۲،۴۴۳	۱۵،۴۶۰	۴۲۹۵،۴۳۸	۱۵،۴۶۹	۲،۰۹۳	۸،۱۴۵	۱۵،۲۱۳

شاہراہوں کے پلوں کے لیے برطانوی معیاری اکائی بوجھ
(یہ فرض کرنا چاہیے کہ پل کے گاڑی راستے کے ہر دس فٹ عرض پر معیاری گاڑیوں کا
ایک سلسلہ پورے طور پر چھایا ہوا ہے)
اکائیاں
وزارت حمل و نقل نے برطانیہ کی تمام سڑکوں کے پلوں کے لیے
اقل درجہ ۱۵ اکائیوں کے ضعف کی سفارش کی ہے

شکل ۲۴۹ ب

پُلوں کی قسمیں —— عرشہ پل (Deck Bridge) وہ ہے جس میں بوجھ گرڈروں کی اوپر کی کور پر پڑتے ہیں۔

میانہ پل وہ ہے جس میں بوجھ نچلی کور پر پڑتے ہیں۔

پل کا موثر فصل اس کی مسندوں کے مرکزوں کا فاصلہ ہے اور خالص فصل مسندوں کے کناروں کا فاصلہ ہے۔

۱۵ یا ۲۰ فٹ تک کے فصل کے لیے سادہ بیلی ہوئی تراش کے شہتیر سب میں زیادہ موزوں ہوں گے۔ ۱۵ سے ۹۰ فٹ تک کے لیے تختی یا بکس نما گرڈر۔ اس سے بڑے فصل کے لیے عموماً ڈھانچہ دار گرڈر موزوں ہوں گے۔ بہت بڑے فصلوں کے لیے معلق پلوں، برآمدہ بیرمی گرڈر پلوں، اور کمانوں کی ضرورت ہوگی۔

باکفایت فصل —— ایک بڑے فصل کو متعدد چھوٹے چھوٹے فصلوں میں تقسیم کرنا ہو تو باکفایت فصل حسب ذیل طریقے سے حاصل ہو سکتے ہیں :-

فرض کرو کہ پ = ایک پائے کی لاگت

گ = ایک فصل کے لیے صدر گرڈروں کی لاگت

ن = چھوٹے فصلوں کی تعداد

ل۱ = چھوٹے فصلوں کا طول

ل = مجموعی فصل

تب $ن = \frac{ل}{ل_۱}$

پایوں کی لاگت = (ن - ۱) پ

صدر گرڈروں کی لاگت = ن گ اور گ کو فصل کے مربع کے متناسب مانا جا سکتا ہے۔ اِس طرح

$$گ = ا ل_۱^۲$$

$\therefore$ مجموعی لاگت $= م = \dfrac{ل}{ل_۱}(ن - ۱) پ + ن ا ل_۱^۲$

م کی اقل قیمت حاصل کرنے کے لیے $ل_۱$ کے لحاظ سے تفرق کر کے صفر کے مساوی رکھنا چاہیے۔

$$\frac{فرم}{فرل_۱} = ۰$$

اب $$م = \frac{ل - ل_۱}{ل_۱} پ + \frac{ل ا ل_۱^۲}{ل_۱}$$

$$= \frac{ل پ}{ل_۱} - پ + ل ا ل_۱$$

$$\frac{فرم}{فرل_۱} = \frac{- ل پ}{ل_۱^۲} + ل ا = ۰$$

$$\therefore \quad \frac{پ}{ل_۱^۲} = ا$$

یا $$پ = ا ل_۱^۲ = گ$$

$\therefore$ سب میں زیادہ باکفایت انتظام وہ ہے جس میں ایک فصل کے صدر گرڈروں کی لاگت = ایک پائے کی لاگت۔

اگر $گ_۱$ = ۱۰۰ فٹ فصل کے صدر گرڈروں کی لاگت تو اوپر کے نتیجے کو یوں بیان کیا جا سکتا ہے:

$$\text{باکفایت فصل} = \frac{۱۰۰ \sqrt{پ}}{\sqrt{گ_۱}}$$

صدر گرڈروں اور فرش بندی کی ترتیب — تفصیلی تجویز سے پہلے صدر گرڈروں اور فرش بندی کی ترتیب کا تصفیہ کر لینا چاہیئے۔

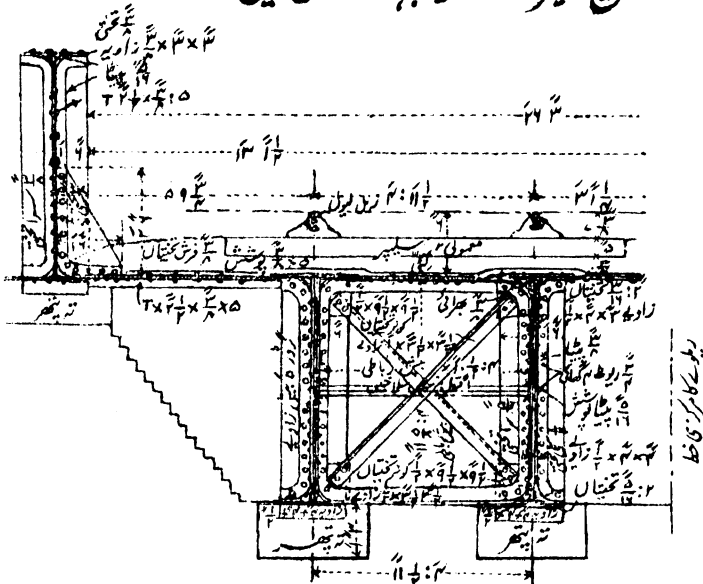
بالعموم عرشہ پُل، میانہ پُل سے زیادہ باکفایت ہوتا ہے۔

ہر صورت میں فرش کو پن روک بنانا چاہیے اور پن بہاؤ کا انتظام ہونا چاہیے۔ پن بہاؤ میں تحدب مدد دیگا۔ زنگ خوردگی سے بچانے کے لیے اُن پٹیوں کو جو گٹی وغیرہ کے ساتھ تماس میں ہوں ایک محافظ (fender) یا زنگ تختی ربوٹ کر دینا چاہیے۔

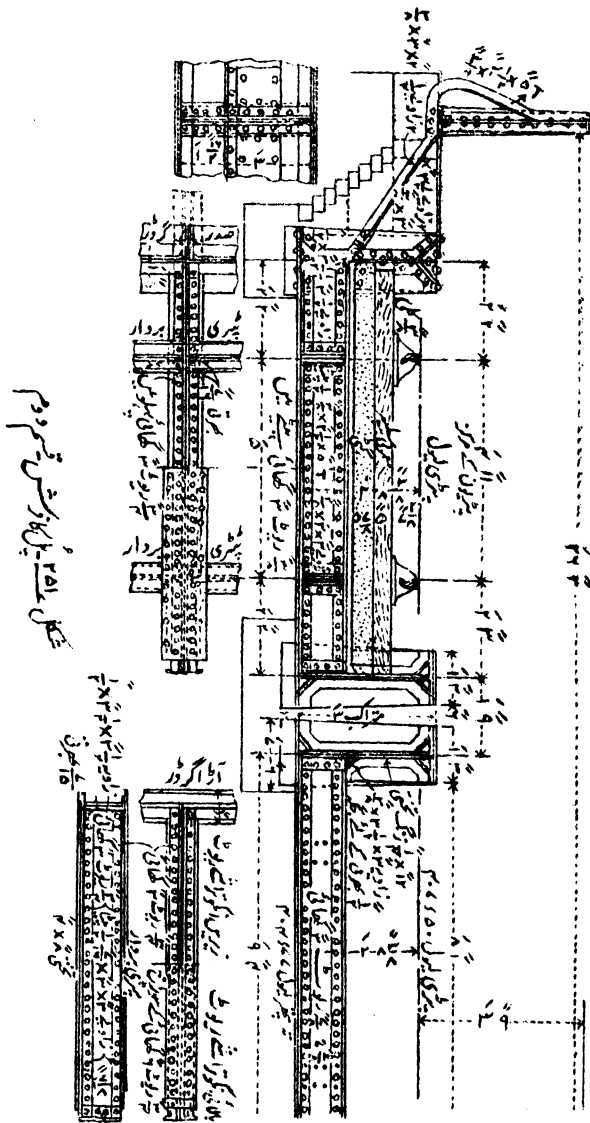
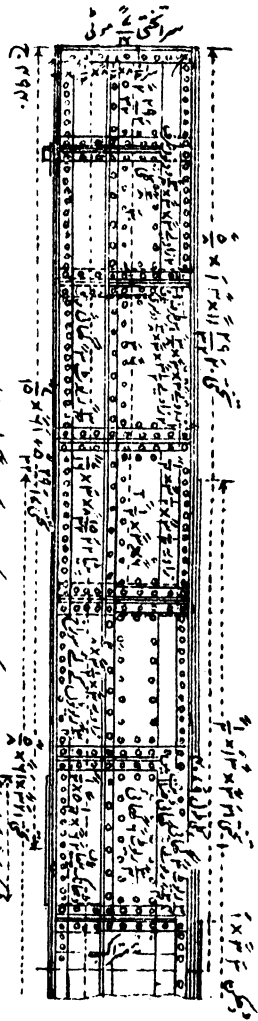
شکل ع۲۵۰ میں ایک بہت باکفایت انتظام دکھایا گیا ہے جب کہ گزر بلندی کافی ہو۔ صدر گرڈر ریل کے پلوں میں ہر ایک پٹڑی کے نیچے اور سڑک کے پلوں میں تھوڑے تھوڑے فاصلوں سے رکھے جاتے ہیں اور ان کے درمیان فرش کی تختیاں جو بعض اوقات رکابی نما (Dished) یا مڑی ہوئی ہوتی ہیں ریوٹ کر دی جاتی ہیں یا ناند نما فرش استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اوپر کی مثال میں فصل ۷۰ فٹ ہے۔

شکل ع۲۵۱ میں اس صورت کے لیے ایک انتظام دکھایا گیا ہے جس میں کافی گزر بلندی نہ ہو۔ آڑے گرڈر ۷ فٹ مرکز تا مرکز رکھے گئے ہیں اور پٹڑیاں پٹڑی حاملوں یا نردبانوں (stringers) پر رکھی گئی ہیں۔ پٹڑی حامل اور آڑے گرڈر دونوں چھوٹے تختی گرڈر ہیں اور آڑے گرڈر اس طرح تجویز کیے گئے ہیں کہ ایک پہیے پر آنے والے زیادہ سے زیادہ بوجھ کو برداشت کر سکیں۔ اس بوجھ کو پٹڑیوں پر مرتکز سمجھا جاتا ہے۔ چونکہ اس صورت میں گرڈروں کی گہرائی مجلس تجارت کے اس قاعدے کی وجہ سے محدود ہے کہ اگر صدر گرڈروں کی کور اور پٹڑی کے درمیان افقی فاصلہ ۲' ۳" سے کم ہو تو صدر گرڈروں کی چوٹی پٹڑی کی سطح سے ۶" سے زیادہ اونچی نہیں ہونی چاہیے اس لیے یہ انتظام مقابلۃً چھوٹے فصلوں یعنی تقریباً ۴۰ فٹ تک کے لیے موزوں ہے۔ ہر صورت میں ایک منڈیر یا کنگر پٹڑی کی سطح سے ۴' ۶" اونچا ہونا چاہیے۔

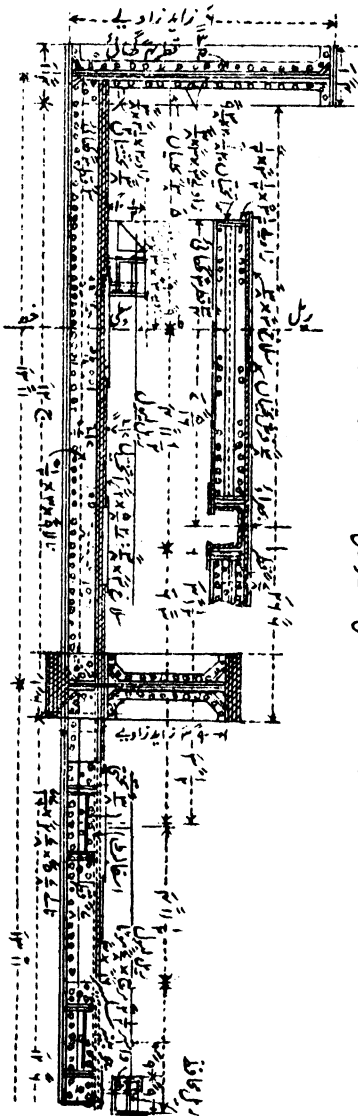
اشکال ع۲۵۲ اور ع۲۵۲ الف میں اوپر کی قسم کی ایک بدلی ہوئی شکل ۱۲ فٹ کے فصل پر دکھائی گئی ہے۔ اس صورت میں منڈیر کا کوئی گرڈر نہیں اور چونکہ پٹڑی کے کنارے اور کور کے درمیان فاصلہ ۲' ۳" ہے اس لیے

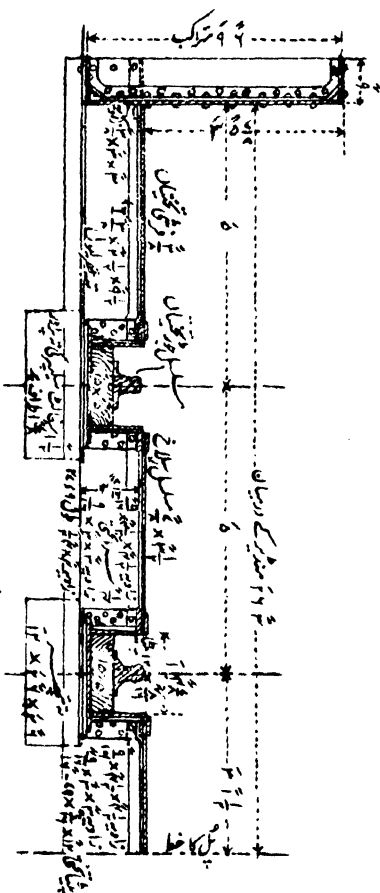
کور کی چوٹی پٹڑی کی چوٹی سے ۲' ۶" تک اونچی رکھی جا سکتی ہے۔ یہ قسم ۶۰ فٹ تک کے فصلوں کے لیے استعمال کی جا سکتی ہے۔ اس سے بڑے فصل میں ۲' ۳" کی بجائے ۳' ۶" کا فاصلہ رکھنا چاہیے۔ اوپر کی دونوں قسمیں مرمت، توسیع وغیرہ کے لیے بہت موزوں ہیں۔

شکل ۲۵۰ پُل کا فرش (قسم اول)

شکل ۲۵۳ میں ایک قسم دکھائی گئی ہے جس میں ایک دوہری لائن کے لیے ایک مرکزی گرڈر ہے۔ دی ہوئی مثال میں فرش کو بطور خاص تجویز کرنا ہوگا کیونکہ گزر بلندی بہت محدود ہے۔ اس قسم میں آڑے گرڈروں کو متبادل ترتیب (Staggers) کرنا چاہیے تاکہ جوڑنے والے ریوٹ مرکزی گرڈر کے آر پار نہ ہو جائیں۔

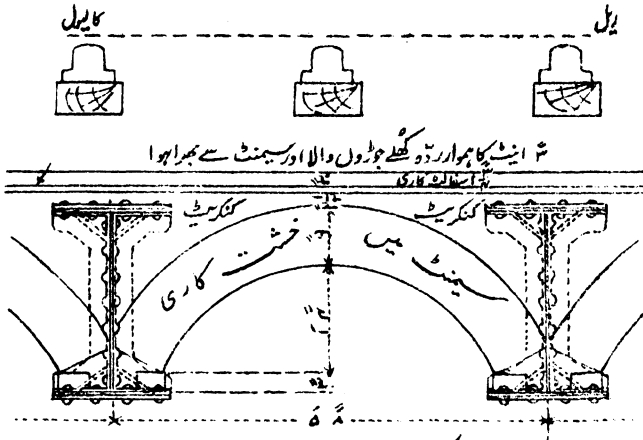
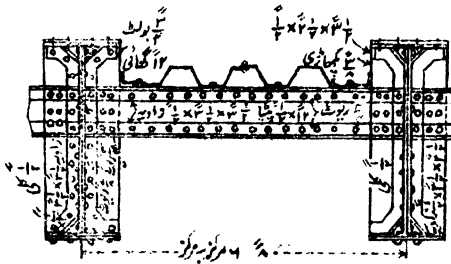
اگر فصل ۶۰ فٹ سے زیادہ ہے اور لائن کی چوڑائی زیادہ نہیں کی جا سکتی تو مرکزی گرڈر کو حذف کر دیا جا سکتا ہے۔ لیکن یہ صرف غیر معمولی صورتوں میں ہونا چاہیے۔

شکل ۲۵۲ ۔ پل کا فرش قسم سوم

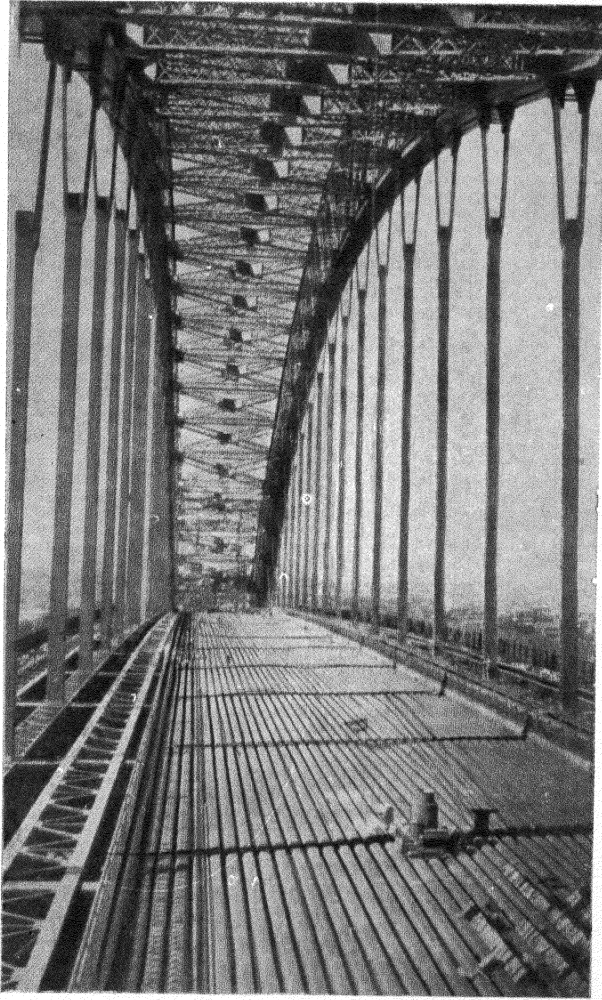
شکل ۲۵۲ ۔ شکل ۲۵۱ کے ممدر گرڈر کا عمود کار۔

شکل ۲۵۳ ۔ پل کا فرش قسم چہارم

شکل ۱۵۴ ع میں ایک چھوٹے فصل کا پل دکھایا گیا ہے جس میں مربع ناند نما (Trough) فرش بندی کی گئی ہے تاکہ گزر بلندی کافی ہو۔

شکل ۱۵۴ ع

شکل ۱۵۵ ع میں "کمانچہ" فرش بندی کا ایک پُل دکھایا گیا ہے۔ فرش بندی کی یہ قسم بہت قابلِ اعتماد ہے لیکن وزنی بہت ہوتی ہے۔ اس لیے بڑے فصلوں کے لیے ناموزوں ہوتی ہے۔ سڑک کے پُلوں میں کمانچے عموماً گرڈروں کے درمیان بنائے جاتے ہیں اور اس طرح

آڑے گرڈروں کی ضرورت باقی نہیں رہتی۔ اس میں خاصی گز رلبندی درکار ہوتی ہے۔

شکل ۲۵۵ ۔ کمانچہ، فرش بندی

نا ند نما فرش بندی — حال میں نا ند نما فرش بندی کثرت سے استعمال ہوئی ہے یہ عموماً بیلی ہوئی تراش کی ہوتی ہے اور ایک کثیر الاستعمال شکل کے مقیاس وغیرہ ڈارمن' لانگ اینڈ کمپنی کی شایع کردہ "جیبی رفیق" میں ملینگے۔

شکل ۲۵۶ ۔ نا ند نما فرش بندی سڑک کے پل کے لئے

شکل ۲۵۶ میں ایک سڑک کے پل پر استعمال ہونے والی نا ند نما فرش بندی کی تراش دکھائی گئی ہے اور شکل ۲۵۷ میں ایک بڑے قینچی پل کی نا ند نما فرش بندی کی تراش دکھائی گئی ہے۔ یہ اُس برآمدہ بیری گرڈر پل کا آونگی (slung) فصل ہے جو حال ہیں دریائے سندھ پر بنایا گیا ہے۔ چھوٹے سڑک پلوں کے لیے نا ند نما فرش بندی صدر گرڈروں کے بغیر اختیار کی جا سکتی ہے۔

شکل ۲۵۷ - بندرگاہ سڈنی کا پل جس میں ناند نما فرش بندی دکھائی گئی ہے -

تحدب — گرڈروں میں عموماً ایک اتنا ابتدائی اوپر وار انصراف پیدا کر دیا جاتا ہے کہ بوجھ پڑنے کے بعد افقی وضع سے نیچے نہ جھک جائے۔ اس اوپر وار انصراف یا تحدب کی مقدار عموماً فصل کے ہر ۱۰ فٹ کے لیے مرکز پر ۱/۴ انچ ہوتی ہے۔ کوروں کے طول کے متناظر اضافے اس طرح معلوم کیے جا سکتے ہیں:-

ح = تحدب انچوں میں

ن = خانوں کی تعداد

گ = کوروں کے مرکزوں کے درمیان گہرائی

ل = ایک خانے کا طول فٹوں میں

ف = نچلی کور کا افقی طول

لا = ایک خانے میں بالائی کور کے طول کا اضافہ انچوں میں

ما = بالائی کور کے طول کا مجموعی اضافہ

تب

$$لا = \frac{۸\ ح\ گ}{ن^۲\ ل}$$

$$ما = \frac{۸\ ح\ گ}{ن\ ل}$$

جب کہ ح = ۴۰ فٹ میں ا

$$لا = \frac{ف\ گ}{۵ن^۲\ ل}$$

$$ما = \frac{ف\ گ}{ن\ ل}$$

اس تحدب سے وہ مزید زور بھی نہیں پیدا ہونے پاتا جو انصراف کی صورت میں منحنی پر حرکت کرنے سے گاڑی کی مرکز گریز قوت کی وجہ سے پیدا ہوتا۔

بکس اور تختی گرڈر کی تجویز

بکس یا تختی گرڈر پر پڑنے والے وزنوں کا تصفیہ ہو جانے کے

بعد تفصیلی تجویز اس طرح کی جاتی ہے :-

گرڈروں کی گہرائی - تختی گرڈروں کے لیے باکفایت گہرائی فصل کے $\frac{1}{10}$ سے $\frac{1}{15}$ تک لی جاسکتی ہے۔ عام طور پر $\frac{1}{12}$ اختیار کی جاتی ہے۔ بکس گرڈروں کے لیے گہرائی اس سے کم لی جاتی ہے۔ عموماً فصل کی $\frac{1}{20}$ لی جاتی ہے۔ گہرائی در اصل عموماً گزر بلندی پر منحصر ہوتی ہے۔

کوروں کی چوڑائی ——— گرڈر کی گہرائی کے تصفیے کے بعد کوروں کی چوڑائی کا تصفیہ کیا جاتا ہے۔ یہ عموماً گہرائی کی $\frac{1}{3}$ یا فصل کی $\frac{1}{30}$ تا $\frac{1}{40}$ لی جاتی ہے۔

کوروں کا تفریبی رقبہ ——— کوروں کا رقبہ معین کرنے کے لیے پہلے اعظم خ م معلوم کیا جاتا ہے اور کامی زور کا تصفیہ کیا جاتا ہے۔ پھر اپنی دستوری ترقیم اختیار کرنے سے

$$م = ز مق$$

یعنی $$مق = \frac{م}{ز}$$

صفحہ ۲۲۵ پر دکھایا جاچکا ہے کہ I یا بکس تراش کے شہتیر میں جن کی گہرائی کور اور پیٹے کی موٹائی کے مقابلے میں بڑی ہوتی ہے۔

$$مق = گ \left(ب + \frac{بہ}{۶}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

جہاں
گ = گہرائی کوروں کے مرکزوں کے درمیان
ب = ایک کور کا رقبہ
بہ = پیٹے کا رقبہ

عملاً گ کے لیے زاویوں کے اوپر کی گہرائی لی جاتی ہے کیونکہ کوروں کے مرکزوں کے درمیان کی گہرائی تراش میں کسی قدر متغیر ہوتی ہے اور اُس وقت تک معین نہیں ہوتی جب تک کہ کوروں کی جسامت معین نہ ہو۔

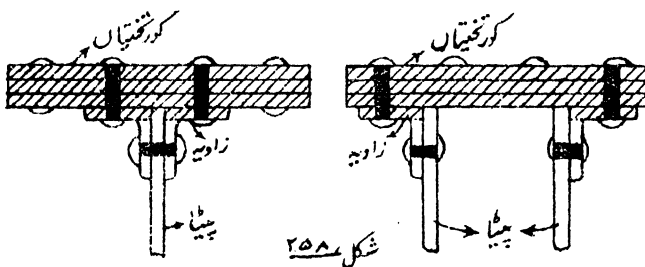
∴ (۱) سے $ب = \frac{م}{ز \times گ} - \frac{بہ}{۶}$

یکساں امداد کی صورت میں جو کہ سب میں زیادہ عام صورت ہے۔

$$م = \frac{د ل}{۸}$$

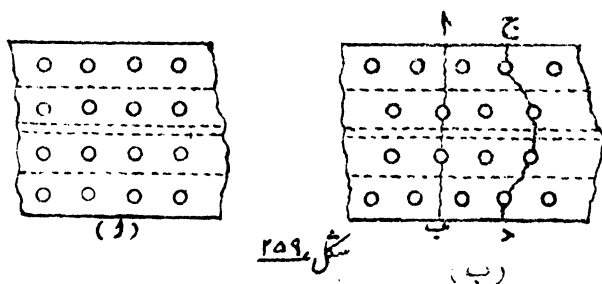
∴ یہ ضابطہ یہ ہو جاتا ہے:۔

$$ب = \frac{د ل}{۸ ز گ} - \frac{بہ}{۶}$$

اس ضابطے میں ب ایک کور کا خالص رقبہ ہے جس میں زاویوں کے بالائی بازو شامل ہونگے لیکن ریوٹوں کا رقبہ خارج کیا جائیگا۔ یہ خالص رقبے شکل ۲۵۸ کے مطابق ہونگے۔

شکل ۲۵۸

بعض مجوزین زاویے کے پورے رقبے کو ب میں شامل کرتے ہیں اور ضابطہ میں یہ ترمیم کرتے ہیں کہ $\frac{بہ}{۶}$ کی بجائے $\frac{بہ}{۸}$ لیتے ہیں۔

اگر ریوٹ کاری زنجیری ہو جیسا کہ شکل ۲۵۹ (ل) میں دکھایا گیا ہے تو

خالص رقبہ حاصل کرنے کے لیے چار ریوٹوں کا رقبہ منہا کرنا چاہیے۔

شکل ۲۵۹

اگر ریوٹ کاری کج مج (Zigzag) ہو جیسا کہ شکل ۲۵۹ (ب) میں دکھایا گیا ہے تو دو ریوٹوں کا رقبہ منہا کرنا چاہیے۔ بعض ماہرین اس صورت کے لیے تین ریوٹوں کا رقبہ منہا کرتے ہیں اور اس کی وجہ یہ پیش کرتے ہیں:—

پھٹاؤ بجائے خط ا ب پر واقع ہونے کے خط ج د پر ہو سکتا ہے جس کا ا ب سے کم ہونا ممکن ہے اگر گھائی چھوٹی سی ہو۔

عددی مثال —— ایک تختی گرڈر کا فصل ۴۸ فٹ ہے اور اس پر ایک ثابت یکساں بوجھ اس کے ذاتی وزن سمیت ۸۷٫۸ ٹن ہے۔ کامی زور ۷ ٹن فی مربع انچ لے کر اور پیٹے کی موٹائی ۵/۸ ۱ انچ مان کر ایک موزوں تراش معلوم کرو۔ ریوٹوں کا قطر ۷/۸ انچ۔

زاویوں کے اوپر گہرائی = فصل/۱۲ = ۴ فٹ

کور کی چوڑائی = فصل/۲۵ = ۱۶ انچ لو

اعظم خ م = وِل/۸ = (۱۲×۴۸×۸۷٫۸)/۸ انچ ٹن

∴ مطلوبہ مقیاس = $\frac{12 \times 48 \times 87.8}{8 \times 7}$ انچ اکائیاں

= ۹۰۰ تقریباً

اِس لیے

(۱) پیٹے کو نظر انداز کرنے سے

ب = $\frac{900}{12 \times 4}$ ۱۸.۸ مربع انچ

زاویے $3\frac{1}{2}" \times 3\frac{1}{2}" \times \frac{1}{2}"$ کے استعمال کرنے سے زاویوں کے بالائی حصوں کا خالص رقبہ

= $2 \left(3\frac{1}{2} - \frac{7}{8}\right) \times \frac{1}{2}$ = ۲.۶۲ مربع انچ تقریباً

∴ تختیوں کا مطلوبہ خالص رقبہ = ۱۸.۸ − ۲.۶ = ۱۶.۲ مربع انچ

کوروں کا خالص عرض دو ریوٹوں کو منہا کرنے کے بعد

= $(16 - 2 \times \frac{7}{8})$ = ۱۴.۲۵ انچ

∴ کوروں کی موٹائی = $\frac{16.2}{14.25}$ = ۱.۱۴ انچ تقریباً

∴ $\frac{3}{8}$ انچ والی تین تختیاں استعمال کی جاسکتی ہیں۔

(۲) پیٹے کا لحاظ رکھنے سے

پیٹے کے رقبے کا $\frac{1}{6}$ = $\frac{5}{8} \times \frac{48}{6}$ = ۵ مربع انچ

زاویوں کے بالائی حصوں کا رقبہ = ۲.۶ " حسب سابق

مجموعہ = ۷.۶ مربع انچ

∴ تختیوں کا مطلوبہ خالص رقبہ = ۱۸.۸ − ۷.۶ = ۱۱.۲ مربع انچ

کوروں کا خالص عرض = ۱۴.۲۵ انچ حسب سابق

∴ ضروری موٹائی = $\frac{11.2}{14.25}$ = ۰.۷۸۶ انچ تقریباً

∴ ایک $\frac{1}{2}$ انچ والی اور ایک $\frac{3}{8}$ انچ والی تختیاں کافی ہونگی۔

بطور ایک تنقیح کے ہم اس تراش کے لیے جو پیٹے کا لحاظ رکھنے سے حاصل ہوتی ہے اور جو کہ شکل نمبر ۲۶۰ کے مطابق ہوگی مقیاس زیادہ صحت کے ساتھ محسوب کرینگے -

پہلے تعدیلی محور کے گرد نصف تراش کا معیارِ جمود اس طرح معلوم کرینگے :-

آ ۲ تختیوں کا تعدیلی محور کے گرد $= \frac{۱۴٫۲۵}{۳}(۲۴٫۸۷۵^۳ - ۲۴^۳) =$ ۷۵۰۰ تقریباً

آ ۲ زاویوں کا اُن کے " " جدولوں سے = ۷

ب ف^۲ ۲ زاویوں کے لیے $= ۶٫۵ \times ۲۲٫۹۵^۲ =$ ۳۴۴۴

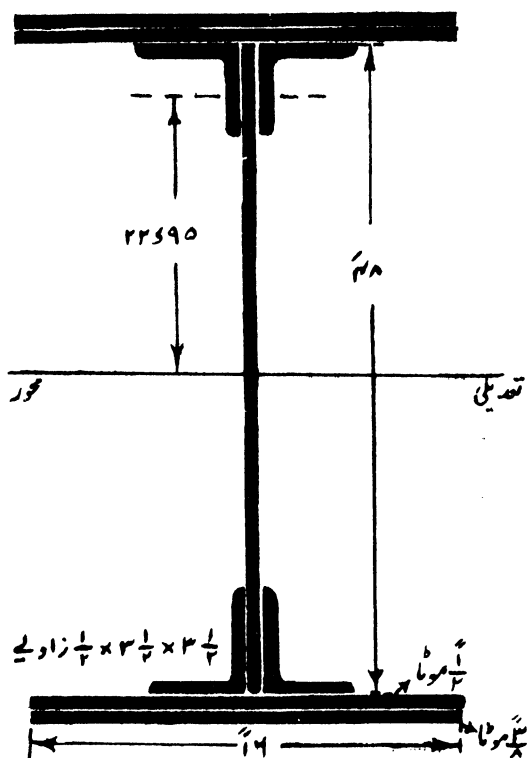
آ پیٹے کا $= \frac{۵}{۸} \times \frac{۲۴^۳}{۳} =$ ۲۸۸۰

مجموعہ ۱۳۸۲۱ انچ اکائیاں

شکل نمبر ۲۶۰ تختی دار گرڈر تراش

∴ مقیاس = $\frac{۱۳۸۲۱ \times ۲}{۲۴}$ = ۱۱۵۲ تقریباً

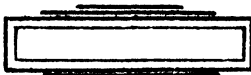
مطلوبہ مقیاس = تقریباً ۹۰۰، اس لیے دیکھو جس قاعدے میں پیٹے کا لحاظ رکھا گیا ہے وہ بھی حفاظت کی جانب ہے اور جو تجویز اس پر مبنی ہوتی ہے وہ پیٹے کو نظر انداز کرنے والے قاعدے کے مقابلے میں زیادہ باکفایت ہوتی ہے۔

تختی اور زاویے کے رقبوں کا ربط ——— حالیہ دستور میں یہ مناسب سمجھا گیا ہے کہ کوروں کی تختیوں کے رقبے اور زاویوں یا دیگر رابطوں کے رقبے کی جو کوروں کی تختیوں کو پیٹے سے جوڑیں ان دونوں کے رقبوں کی نسبت کی کوئی حد مقرر کرنی چاہیے۔

شکل ۲۶۱ ا۔

اس کا ٹھیک قاعدہ مختلف مجوزین کے نزدیک مختلف ہے۔ مصنف کی رائے ہے کہ کوروں کی تختیوں کا رقبہ زاویوں اور دیگر رابطوں کے رقبے کے جو کہ کور کو پیٹے سے جوڑیں دو گنے سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔ شکل ۲۶۱ میں ایک حالیہ تختی دار گرڈر کی تراش دکھائی گئی ہے جس کا فصل ۴۰ فٹ اور گہرائی ۸ فٹ ہے۔ یہ ۵۰۰ ٹن سے زیادہ بوجھ کے لیے تجویز کیا گیا ہے۔

فشاری کور ـــــ اوپر کا حساب صرف تنشی کور کے لیے صحیح ہے۔ فشاری کور پر غور کرتے وقت ریوٹوں کو منہا کرنے کی ضرورت نہیں لیکن کامی زور کم ہوگا۔ عملاً یہ بہتر ہوگا کہ فشاری کور کو تنشی کور سے مختلف نہ رکھا جائے۔ اگر فشاری کور کے لیے علیحدہ حساب کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ ضروری موٹائی تقریباً وہی آتی ہے جو تنشی کور کے لیے حاصل ہوئی۔

کور تختیوں کی تخفیف ـــــ اگر گرڈر کی تراش اُس کے سارے طول میں مستقل رکھی جائے تو لداؤ کی اکثر اقسام کے لیے گرڈر پیل پایوں کے

شکل ۲۶۱۔ یکساں مضبوطی کے تختی دار گرڈر۔

نزدیک ضرورت سے زیادہ مضبوط ہوگا۔ اس لیے گرڈر کی مضبوطی کو متغیر بنانے کے لئے کوئی طریقہ اختیار کیا جاتا ہے تاکہ جہاں تک ممکن ہو کامی زور مستقل ہو۔ اس کے لیے ذیل کے طریقوں میں سے (جو شکل ۲۶۱ میں دکھائے گئے ہیں) کوئی ایک طریقہ اختیار کیا جاسکتا ہے۔

(ا) گہرائی مستقل رکھی جائے اور کور کی موٹائی گرڈر کے طول میں متغیر ہو۔

(ب) گرڈر کی گہرائی متغیر رکھی جائے اور کور کی موٹائی مستقل ہو۔ اس سے یکساں بوجھوں کے لیے مکافی گرڈر حاصل ہوگا۔ منحنی خماؤ کے معیار کے منحنی سے شکل میں تقریباً مطابق ہونا چاہیے لیکن پورا پورا نہیں اگر ہیٹے کا لحاظ رکھا جائے۔

(ج) اور (د)۔ گہرائی اور کور کی موٹائی دونوں کو متغیر رکھا جائے۔ اگر بالائی کور خمدار رکھی جائے تو خوک پشت گرڈر (ج) حاصل ہوگا اور نچلی کور خمدار رکھی جائے تو ماھی شکم گرڈر (د) حاصل ہوگا۔

اکثر صورتوں میں طریقہ (ا) زیادہ باکفایت ہوگا۔

طریقہ (ا) کے لیے کور تختیوں کی تخفیف ذیل کے طریقے سے عمل میں آسکتی ہے:-

فرض کرو کہ ا ج ب (شکل ۲۶۲) فصل ا ب کے گرڈر پر کے خماؤ کے معیار کے منحنی کو تعبیر کرتا ہے۔ ا میں سے ایک انتصابی خط کھینچو جو خماؤ کے معیار کے منحنی کے افقی مماس کو د پر ملے اور کسی مائل خط ا د پر نقاط ا، ب، ج، د اس طرح قائم کرو:-

ا د = کور کا مجموعی خالص رقبہ (+ ہیٹے کے رقبے کا ⅛ اگر اس کا حسابات میں لحاظ کیا جارہا ہو)

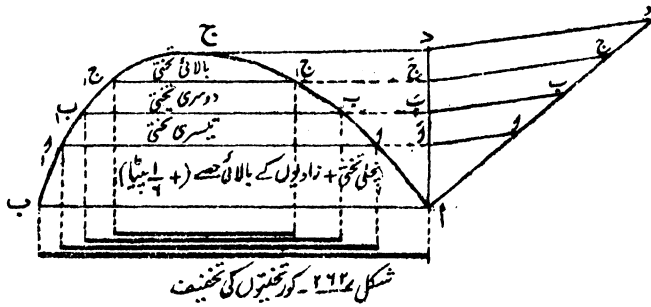
د ج = بالائی کور تختی کا خالص رقبہ

ج ب = دوسری " "

ب ا = تیسری " "

اور علیٰ ہٰذا یہاں تک کہ

ا اَ = نچلی تختی کا خالص رقبہ + زاویوں کے بالائی حصے (+ پیٹے کے رقبے کا $\frac{1}{4}$ اگر اس کا لحاظ کیا جا رہا ہو)

شکل ۲۶۲ ۔ کور تختیوں کی تخفیف

د دَ کو ملاؤ اور اس کے متوازی ج جَ، ب بَ، ا اَ کھینچو اور اَ، بَ، جَ سے افقی خطوط کھینچو جو خماؤ کے معیار کے منحنی کو ا، اَ وغیرہ پر ملیں۔ تب ا اَ وغیرہ کور تختیوں کے مطلوبہ طول کو تعبیر کرینگے۔ اِن طولوں میں مزید ۶ اِنچ سے لے کر ۱۲ اِنچ تک کی رعایت رکھی جاتی ہے۔

خوک پشت اور ماہی شکل گرڈروں میں حسب ذیل تقریبی عمل کیا جا سکتا ہے:۔ فرض کرو کہ ا د ب (شکل ۲۶۳) خماؤ کے معیار کا منحنی ہے اور گرڈر کی اعظم گہرائی ج پر گ ہے۔ فرض کرو کہ ع ف منحنی کا کوئی معین ہے اور ع پر گرڈر کی گہرائی گَ ہے۔ ع فَ = $\frac{\text{ع ف} \times \text{گ}}{\text{گَ}}$ کھینچو۔

فَ جیسے نقاط کو ملانے سے مصحح خماؤ کے معیار کا منحنی حاصل ہوگا جس پر بالکل گزشتہ صورت کی طرح عمل کیا جا سکتا ہے۔ البتہ یہ یاد رہے کہ اس صورت میں پیٹے کو نظر انداز کرنا چاہیے کیونکہ اس کا رقبہ متغیر ہے۔

کور ٹکڑے ــــ ۳۰ فٹ سے زیادہ طول کے لیے کور تختیوں کو

شکل ۲۶۳ ـ

عموماً ٹکڑے دینا ہونگے لیکن اگر فصل ۳۰ فٹ سے بہت زیادہ نہ ہو تو ٹکڑے دینے سے اکثر اس میں زیادہ کفایت ہوگی کہ زیادہ قیمت دے کر سالم تختیاں لی جائیں۔ ٹکڑے دینا پڑیں تو ہر ٹکڑے پر ایک ڈھانک تختی

شکل ۲۶۴ ـ کور ٹکڑوں کی ترتیب

لگانی چاہیے اور ڈھانک تختی کو جوڑنے والے ریوٹوں کی تعداد اتنی ہونی چاہیے کہ ان کی مضبوطی ٹکڑے ہونے والی تختی کے مساوی ہو۔

ٹکڑے کو عموماً بہت کفایت کے ساتھ جمع طور پر صرف ایک ڈھانک تختی کے ساتھ لگایا جاسکتا ہے۔ ٹکڑے کی ترتیب عموماً کور کے نقشے میں دکھائی جاتی ہے جس کی ایک مثال شکل ۲۶۴ میں دکھائی گئی ہے۔ اس صورت میں ایک ڈھانک تختی ۱۰ فٹ × $\frac{9}{16}$ انچ پہلی پانچ تختیوں کے ڈھکن کا کام کرتی ہے (کیونکہ اُن کے ٹکڑوں کو ڈھانکتی ہے)۔ نچلی تختی کے جو دو جوڑ ہیں اُن کو ڈھانکنے کے لیے یہ کیا گیا ہے کہ بالائی تختی کو دونوں طرف تھوڑا بڑھا دیا گیا ہے۔

جب کور کے زاویوں کو ٹکڑے کرنا ہو تو ان کے اندرونی جانب جوڑ پر ایک گولائی دار پشت کے زاویے کو ریوٹ کر دیا جاتا ہے۔

کوروں میں ریوٹوں کی گھائی ــــــ تختی دار گرڈروں کی

کوروں میں اور کوروں اور پیٹے کے درمیان جو ریوٹ درکار ہوتے ہیں اُن کی نظری گھائی کی تعیین تراشس میں اُفقی جزکی تقسیم پر منحصر ہوگی جس سے باب ۱۰ میں بحث کی گئی ہے۔

اگر اس طرح صحیح تقسیم معلوم کرلی جائے تو گرڈر کے کسی خاص طول میں کسی خاص گہرائی پر ریوٹوں کی تعداد ایسی ہونی چاہیے کہ اس گہرائی پر اس طول کی جزی قوت کو برداشت کرسکیں۔

تختی دار گرڈروں میں عموماً فرض کیا جاتا ہے کہ سارا جز پیٹے پر پڑتا ہے اور جز کو پیٹے پر یکساں منقسم سمجھا جاتا ہے۔ اس لیے عموماً ان مفروضوں کی بنا پر ریوٹوں کی گھائی آسانی سے حسب ذیل طریقہ پر حاصل ہو جاتی ہے:-

ایک تختی دار گرڈر کے دو نقطے ا اور ب باہم فاصلہ لا پر لو اور فرض کرو کہ ان پر خماؤ کے معیار م اور مَ ہیں (شکل ۲۶۵)۔ تب اگر خماؤ میں پیٹے کو نظر انداز کر دیا جائے تو ا اور ب پر کوروں کی مجموعی قوت کو

$ق_ا$ اور $ق_ب$ لینے سے

$ق_ا \times گ = ا$ پر مزاحم معیار $= م_ا$

$ق_ب \times گ = ب$ 〃 〃 $= م_ب$

$$\therefore \quad ق_ا - ق_ب = \frac{م_ا - م_ب}{گ} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

لیکن $ق_ا - ق_ب$ نقاط ا اور ب کے درمیان کور کی قوتوں کا فرق ہے اور اس فرق کو نشست تک ریوٹوں کے ذریعے منتقل کرنا ہے اس لیے

طول لا میں ریوٹوں پر پڑنے والی قوت $= \frac{م_ا - م_ب}{گ}$

اب فرض کرو کہ ر = ایک ریوٹ کی اقل مضبوطی دوہرے جز یا مسند میں

اور ھ = ریوٹوں کی گھائی انچوں میں

(۱) کی رو سے ریوٹوں کی تعداد گرڈر کے فی فٹ طول ایسی ہونی چاہیے کہ اُن کی مضبوطی $\frac{م_ا - م_ب}{لا \times گ}$ کے مساوی ہو جہاں لا فٹوں میں ہے۔

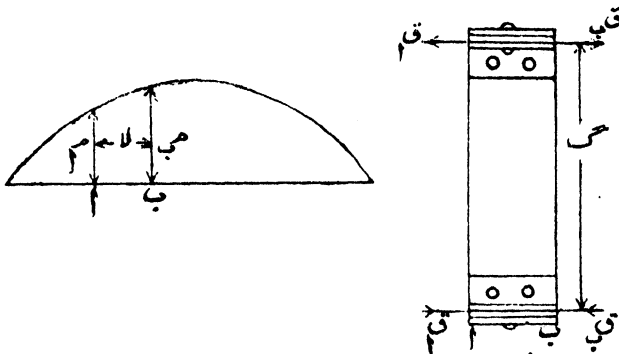
لیکن ریوٹوں کی تعداد فی فٹ طول $= \frac{۱۲}{ھ}$

$$\therefore \quad \frac{۱۲ ر}{ھ} = \frac{م_ا - م_ب}{گ \times لا}$$

$$یا \quad ھ = \frac{۱۲ ر لا گ}{م_ا - م_ب}$$

صفحہ ۱۶۴ پر ثابت کیا گیا ہے کہ $\frac{م_ا - م_ب}{لا}$ = خماؤ کے معیار کے بڑھنے کی شرح = جزی قوت = ج

$\therefore$ لکھ سکتے ہیں $ھ = \frac{۱۲ ر گ}{ج}$ جب کہ گ فٹوں میں ہو

اور ھ = ر گ / ج جب کہ گ انچوں میں ہو۔

شکل ۲۶۵۔ تختی دار گرڈروں میں ریوٹوں کی گھائی۔

یہ اِس قاعدے کے معادل ہے جو اکثر بیان کیا جاتا ہے کہ "گرڈر کے ایک سرے سے گہرائی کے مساوی طول تک ریوٹوں کی تعداد ایسی ہونی چاہیے کہ ردِّ عمل کو سہار سکے"۔

خماؤ کے معیار کے نقشے سے ریوٹوں کی گھائی معلوم کرنے کے متعلق ذیل میں جو عددی مثال دی گئی ہے اس سے یہ طریقہ واضح ہو جائیگا۔

شکل ۲۶۶ میں ایک گرڈر کے خماؤ کے معیار کا نقشہ دکھایا گیا ہے جس کا فصل ۵۰ فٹ اور گہرائی ۴ ۲/۳ ہے اور جس پر ایک ۱۹۵ ٹن کا یکساں پھیلا ہوا بوجھ ہے۔ اعظم خماؤ کا معیار ۱۲۱۹ فٹ ٹن ہوگا۔ فصل پر پانچ پانچ فٹ کے فاصلہ سے نقطے لو اور ۷/۸" کے ریوٹ اور ان کا پتیا ۵/۸" لو۔

تب ریوٹوں کی اقل مضبوطی مسند میں ہوگی جو ۱۰ ٹن فی مربع انچ کے حساب سے $\frac{7}{8} \times \frac{5}{8} \times 10 = 5.47$ ٹن ہوگی۔

پہلے ۵ فٹ میں خماؤ کے معیار کا فرق = ۴۴۰ فٹ ٹن

$\therefore$ قا ـ قب = $\frac{440}{4.67}$ = ۹۴.۲ ٹن

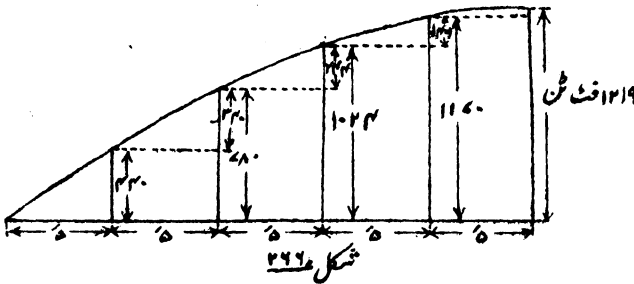
∴ پہلے ۵ فٹ میں ربوٹوں کی تعداد = $\frac{۱۰۵۶}{۵۴۴}$ = ۱۹۴۳

∴ ۳ گھائی لو

اب اس کے بعد ۵ فٹ پر غور کرو، خاؤ کے معیار کا فرق = ۳۴۰ فٹ ٹن

∴ اس میں ربوٹوں کی تعداد = $\frac{۳۴۰}{۵۴۷ \times ۴۱۶۷}$ = ۱۴۹

∴ ۴ گھائی لو

شکل ۲۶۶

اِس ملک (یعنی انگلستان) میں دستور ہے کہ جہاں حساب سے گھائی ۳ یا ۴ سے زیادہ حاصل ہو وہاں گھائی ۴ ہی لی جائے اس لیے اب اس کے آگے حساب کرنے کی ضرورت نہیں تاہم اگر گھائی اور بڑھانا مناسب سمجھا جائے تو اس حساب کو جاری رکھا جا سکتا ہے۔ امریکہ میں ۶ بلکہ ۸ تک بھی جاتے ہیں لیکن گھائی کسی صورت میں کور تختوں کی موٹائی کے ۱۲ گنے سے زیادہ نہیں رکھی جاتی۔ اگر گھائی کو ۳ سے کم رکھنے کی ضرورت ہو تو ربوٹوں کی دو قطاروں کی ضرورت ہوگی اور اس کے لیے کم از کم ایک ۶ کا زاویہ درکار ہوگا۔

اس میں شک نہیں کہ اوپر کا طریقہ ایسے مفروضات سے بھرا ہوا ہے جو پورے پورے حق بجانب نہیں لیکن اس سے جو نتائج حاصل ہوتے ہیں وہ صحیح طریقے کے مقابلے میں جو بہت تکلیف دہ ہے کچھ زیادہ غلط نہیں ہوتے اور نیز چونکہ ریوٹوں کی گھائیوں کو کبھی کسروں تک نہیں نکالنا چاہیے اس لیے یہ طریقہ عملاً بالکل ٹھیک ہے۔ اور یہ عمل اس عمل سے کوئی مناسبت نہیں رکھتا جس میں کور کی موٹائی حاصل کرنے کے لیے پیٹے کو بالکل نظر انداز کر دیا جائے کیونکہ ریوٹ کی گھائی میں ۱/۸ انچ میں ۱/۸ انچ بچانا ۱/۸ انچ کی کور میں ۱/۸ انچ بچانے کی طرح نہیں۔

ریوٹوں کے حسابات میں مجوز کو اس بات کا خیال رہے کہ اگر گرڈر کے دیگر حسابات میں کامی زور حاصل کرنے کے لیے زندہ بوجھ کا لحاظ رکھا گیا ہے تو ریوٹوں کے کامی زور کے متعلق بھی اس کا لحاظ رکھنا چاہیے۔

پیٹے اور پیٹا کسنیوں کی تجویز — پیٹے پر جزبچیاں منقسم سمجھا جاتا ہے اس لیے پیٹے کا اقل رقبہ ایسا ہونا چاہیے کہ جزی زور کو بے خطر حدود کے اندر رکھے۔

اگر پیٹے کی گہرائی گ انچ، موٹائی ٹ انچ، بے خطر جزی زور ز ج اور دیے ہوئے نقطے پر جزی قوت ج تو

$$ز_ج \times ٹ \times گ = ج$$

یا

$$ٹ = \frac{ج}{ز_ج \times گ}$$

اکثر اس کی مقدار بہت خفیف آئیگی۔

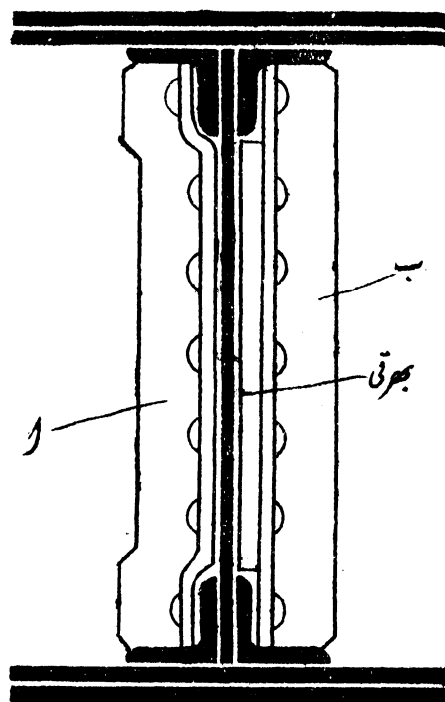
عملاً زنگ خوردگی کی رعایت سے موٹائی $\frac{3}{8}$ سے کبھی کم نہیں لی جاتی۔

پیٹے کی موٹائی کو سروں پر اُس مقدار سے اکثر زیادہ رکھنا ہوگا جو کہ جزی زور کی برداشت کے لیے ضروری ہے تا کہ ریوٹوں کے لیے ایک معقول گھائی بہم پہنچانے کے لیے کافی مسندی رقبہ میسر آئے۔

پیٹوں کا جھکاؤ اور اُن کی تصلیب — پیٹوں کے جھکاؤ کے متعلق بہت اختلاف آراء رہا ہے۔ اس جھکاؤ کو روکنے کے لیے تھوڑے تھوڑے فاصلے سے کسنیاں لگائی جاتی ہیں۔ یہ کسنیاں عموماً رُکبی قسم کی ہوتی ہیں (دیکھو اشکال نمبر ۲۵۰ تا ۲۵۵) اور T سلاخوں پر مشتمل ہوتی ہیں جن کو کوروں اور پیٹوں کے سہارنے کے لیے موڑ دیا جاتا ہے جیسا کہ شکلوں میں دکھایا گیا ہے۔ اگر آڑے گرڈر موجود ہوں تو اندر کی جانب عموماً چھوٹی کسنیاں لگائی جاتی ہیں جن کو آڑے گرڈروں کی چوٹی کے ساتھ ریوٹ کر دیا جاتا ہے (شکل ۲۵۲ ۱)، اور بعض اوقات یہ کسنیاں دو زاویوں اور ان کے درمیان کلی نما تختیوں پر مشتمل ہوتی ہیں۔ یہ تختی آڑے گرڈر کو سہارنے میں مدد دیتی ہے۔ امریکہ میں عام طور پر آڑے گرڈروں کے سروں پر بالائی کور تختیوں کو کاٹ دیا جاتا ہے اور پیٹوں کو نکل آنے دیا جاتا ہے۔ یہ نکلے ہوئے حصے دونوں کسنیوں کے درمیان تختیوں کا کام دیتے ہیں۔

T تراش کی کسنیوں میں چند اہم نقائص ہیں۔ L تراش زیادہ قابلِ اطمینان ہوتی ہے کیونکہ ریوٹوں کی گھائیوں میں اس سے اتنا خلل نہیں پڑتا جتنا T تراش سے پڑتا ہے۔ T تراش کی کسنیوں کے استعمال کی کوئی حقیقی وجہ رواج کے سوا نہیں معلوم ہوتی اس لیے اکثر صورتوں میں L تراش قابلِ ترجیح ہوگی۔ بعض ماہرین کا بیان ہے کہ پیٹے کے دونوں طرف کسنیاں لگانا بالکل غیر ضروری ہے۔

سوائے اس صورت کے کہ کوریں بہت چوڑی ہوں یا گرڈر پر مروڑ کا عمل واقع ہونے کا امکان ہو رُکبی کسنی پر اتنا کثیر صرفہ

کرنا غیر ضروری ہے اور اکثر صورتوں میں شکل ۲۶۷ میں دکھائی ہوئی ترکیبیں

شکل ۲۶۷ - کسنیاں

بالکل قابل اطمینان ثابت ہونگی۔ جگہ کی کفایت کے خیال سے یہ دونوں مختلف قسمیں ایک ہی گرڈر پر دکھائی گئی ہیں۔ قسم ا میں کسنی کو ذرا سا موڑ کر زاویوں کے اوپر سے لیا گیا ہے اور قسم ب میں کسنی سیدھی ہے اور اس کے اور پیٹے کے درمیان ایک بھرتی پٹی دی گئی ہے۔

آبنائے میناۓ[۵] کے اوپر پل کھڑا کرنے سے پہلے گرڈروں پر کچھ امتحانات کرتے وقت فیربرن نے مشاہدہ کیا کہ ایک صورت میں

۵ Menai ،

ناکارگی پیٹے کے تقریباً ۴۵° کے زاویے پر خم ہونے سے واقع ہوئی اور صفحہ ۱۵ پر دکھایا جا چکا ہے کہ جزی زور کی وجہ سے تننشی اور فشاری زور باہم علی القوائم اور جزی زور کی سمت سے ۴۵° پر پیدا ہوتے ہیں اس لیے معلوم ہوا کہ پیٹا جزی زور کے فشاری جزو تحلیلی کی وجہ سے خم ہوتا ہے۔

اس کا لحاظ کرتے پہلے یہ تجویز کیا گیا کہ پیٹے کو ایک داب روک سمجھا جائے جس کا طول خانے کے وتری طول کے مساوی ہے اور قطر پیٹے کی موٹائی کے مساوی اور گارڈن کا ضابطہ استعمال کیا جائے۔ نیو یارک کے مسٹر کوپر نے اسی طرح کا ایک ضابطہ دوسرے مستقلوں کے ساتھ تجویز کیا جس میں وتری طول کی بجائے کسنیوں کا درمیانی فاصلہ لیا گیا۔

تختی دار گرڈر کے پیٹے کے جزی زور کے لیے کوپر کا ضابطہ یہ ہے:-

$$\text{ز}_\text{ج} = \frac{\text{جزی قوت (ٹن)}}{\text{پیٹے کا رقبہ (مربع انچ)}} = \frac{5}{1 + \frac{\text{ف}^2}{1500\,\text{ٹ}^2}}$$

جہاں ف = کسنیوں کا درمیانی فاصلہ انچوں میں

ٹ = پیٹے کی موٹائی انچوں میں

اس ضابطے سے اگر موٹائی ٹ مقرر ہو جائے تو کسنیوں کا نظری فصل معلوم ہو سکتا ہے:-

$$5 = \text{ز}_\text{ج}\left(1 + \frac{\text{ف}^2}{1500\,\text{ٹ}^2}\right)$$

$$\therefore \frac{\text{ف}^2}{1500\,\text{ٹ}^2} = \frac{5}{\text{ز}_\text{ج}} - 1$$

$$\therefore \text{ف}^2 = 1500\,\text{ٹ}^2\left(\frac{5}{\text{ز}_\text{ج}} - 1\right)$$

$$\therefore \text{ف} = 38.7\,\text{ٹ}\sqrt{\frac{5}{\text{ز}_\text{ج}} - 1}$$

Gordon ۞

ڈبلن کے پروفیسر للی[^] نے رسالہ انجینیرنگ (یکم فروری ۱۹۰۷ء) میں ایک دلچسپ مضمون میں پیٹوں کے جھکاؤ کے متعلق چند تجربات کے نتائج دیے ہیں اور ایک ضابطہ اخذ کیا ہے جو اوپر دیے ہوئے کوپر کے ضابطے کے تقریباً بالکل مطابق ہے۔ وہ کسنیوں کے زور اس مفروضے کی بناء پر معلوم کرتے ہیں کہ پٹیا لضعف جزی قوت کو خالص جز کے ذریعے اور نصف کو ۴۵ پر تناؤ کے ذریعے منتقل کرتا ہے اور اس صورت کے لیے کہ فصل گرڈر کی گہرائی کے مساوی ہو یہ نتیجہ حاصل کرتے ہیں کہ کسنیوں کا تراشی رقبہ پیٹے کے تراشی رقبے کے مساوی ہونا چاہیے۔

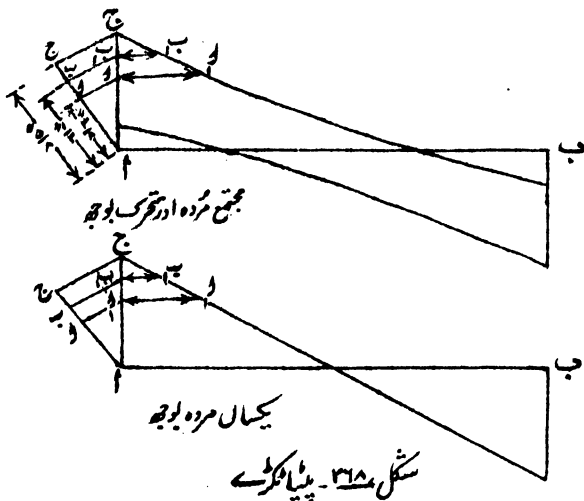
چونکہ جھکاؤ ۴۵ پر واقع ہوتا ہے اس لیے یہ تجویز کیا گیا ہے کہ کسنیاں ۴۵ پر رکھی جائیں لیکن عملاً اس پر شاذ و نادر ہی عمل ہوتا ہے۔ کسنیوں کے متعلق دستور بہت مختلف ہیں۔ بعض ماہرین ان کو مساوی فاصلوں سے لگاتے ہیں اور یہ فاصلہ گہرائی کے مساوی ہوتا ہے لیکن یہ انتظام اطمینان بخش نہیں کیونکہ کسنیاں مرکز پر سروں کے مقابلہ میں صریحاً دُور دُور ہونی چاہییں۔ ہر صورت میں کسنیوں کی فاصلہ بندی اس طرح ہونی چاہیے کہ ریوٹوں کی یکساں فاصلہ بندی میں حارج نہ ہو۔

پیٹوں اور پیٹا ٹکڑوں کی تخفیف — جس طرح خماؤ کے معیار کی کمی کے ساتھ کور کی موٹائی کو گھٹایا جا سکتا ہے اسی طرح جز کی کمی کے ساتھ پیٹے کی موٹائی کو بھی گھٹا سکتے ہیں۔ چھوٹے فصلوں میں عموماً پیٹے کی موٹائی کو نہیں بدلتے کیونکہ پیٹے کی موٹائی جہاں کم رکھی گئی ہو وہاں زاویوں کے نیچے بھرتی پٹیاں رکھنی پڑتی ہیں اور اس طرح کوئی کفایت نہیں ہوتی۔ لیکن بڑے فصلوں میں دو تین موٹائیاں استعمال کرنے کا دستور ہے۔ سب میں بڑی موٹائی صریحاً سروں پر ہوگی۔ پیٹے کی موٹائی کو کن مقامات پر گھٹائیں اس کا تعین جز کے نقشے سے اسی طرح کیا جا سکتا ہے جس طرح خماؤ کے معیار کے نقشے سے کوروں کے لیے کیا گیا۔

شکل ۲۶۸ء میں مُردہ بوجھ کے لیے اور مردہ بوجھ اور متحرک بوجھ

[^]: Lilly

دونوں ہوں تو اس صورت کے لیے عمل دکھایا گیا ہے یہ بغیر کسی مزید بیان کے

شکل ۳۶۸ - پیٹیا ٹکڑے

سمجھ میں آجائیگا۔

پیٹیا ٹکڑوں کو کور ٹکڑوں سے ہٹا کر ترتیب دینا چاہیے اور ڈھانک تختی کے دونوں طرف ریوٹوں کی تعداد ایسی ہونی چاہیے کہ نقطے پر کے جز کو برداشت کر سکے۔ اکثر T کسی ایک اطمینان بخش ڈھانک تختی کا کام دیگی۔

ڈھانچہ دار گرڈروں کی تجویز

ڈھانچہ دار گرڈروں کی با کفایت گہرائی فصل کے ۱/۸ سے ۱/۱۰ تک سمجھی جا سکتی ہے اگرچہ کہ امریکہ میں عام طور پر اس سے زیادہ رکھی جاتی ہے۔

اس ملک (یعنی انگلستان) میں فشاری اور تنشی دونوں کوریں عموماً ایک ساختہ نالی یا کھلی بکسی تراشش کی ہوتی ہیں اور تھوڑے تھوڑے فاصلہ سے ڈایافرام رکھے جاتے ہیں۔ امریکہ میں تنشی کور بعض اوقات کیل جوڑ سلاخوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ نالی کی تراش کے پیٹے میں بہت زیادہ دھات نہیں رکھنی چاہیے ورنہ مرکزِ ہندسی اس سے بہت قریب آجائیگا اور ریویٹ نہیں لگائے جاسکینگے۔ ذیل میں ایک مثال حقیقی استعمال کی دی جاتی ہے جس سے تفصیلی تجویز واضح ہوگی —

شکل ۲۶۹ اور پلیٹ نمبر ۱ میں ایک اکہرے راستے کا بریٹ قینچی کا میانہ پُل دکھایا گیا ہے جو واٹرفورڈ کے قریب دریائے بیرو پر کھڑا کیا گیا ہے۔ یہ گرڈر بالکل فولادکاری کے ہیں اور تفصیلی اجزا اس طرح ترتیب دیے گئے ہیں کہ بارش کا پانی جمع ہی نہ ہو جس سے زنگ خوردگی کا اندیشہ ہو۔ اس کی خاص طور پر اس لیے ضرورت تھی کہ پل جس مقام پر ہے وہاں بارش کثرت سے ہوتی ہے۔

ابعاد کی جدول حسب ذیل ہے:—

	فٹ	انچ
صدر فصل کی مسندوں کے مرکز	۱۴۵	۶
جھولتے فصل کے متصل صدر فصل کی مسندوں کے مرکز	۱۴۶	—
دونوں بازوؤں کے گرڈروں کا باہمی فاصلہ	۱۶	۶
صدر گرڈروں کا مجموعی طول	۱۴۷	۶
پٹڑی کی سطح سے اوپر خالص بلندی آمدورفت کے لیے	۱۵	—
خالص عرض	۱۴	۸
صدر گرڈروں کی گہرائی زاویوں کے اوپر	۲۰	—
گرڈر کا تحدب ہر فصل پر	—	$1\frac{1}{2}$
پٹڑی کی سطح کی بلندی آرڈیننس معطی کے اوپر	۴۴	—

Barrow ؎۳ Waterford ؎۲ Pratt ؎۱

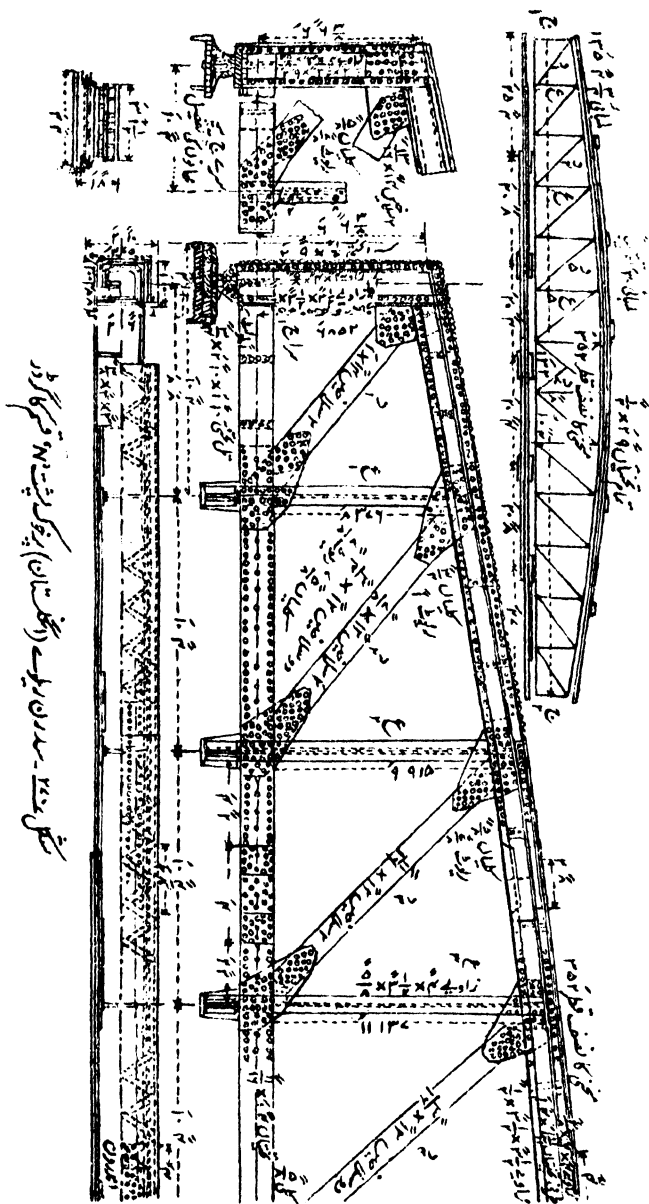
شکل ۲٦۹ - دریائے بیرو پر پل -

بلند سطح آب سے گرڈروں کے پائیں تک خالص بلندی ۲۶ -
گرڈر کے آٹھ خانے ہیں جن میں چھ ۱۸' ۸ افٹ کے اور دو ۱۹ فٹ ۹ انچ کے ہیں۔ اس کے نصف کا خاکہ دیا گیا ہے اور سطحی خاکوں کے ذریعے چوٹی کی اور تہ کی عرضی رباط بندی دکھائی گئی ہے۔ بالائی کوریں مقلوب ناندنما تراش کی ہیں جس کی کور تختیاں ۲ فٹ ۳ انچ چوڑی ہیں اور نچلی کوریں اوپر اور نیچے کھلی ہوئی ہیں ان میں کور تختیاں نہیں۔ دونوں کوروں کی گہرائی زاویوں کے اوپر ۱ فٹ ۴ انچ ہے۔ جانبی تختیوں کو ڈایافرامول کے ذریعے استوار کیا گیا ہے جو تختیوں اور زاویوں پر مشتمل ہیں۔ جیساکہ دکھایا گیا ہے صدر گرڈروں کے پیٹے وتری اور انتصابی ارکان پر مشتمل ہیں اور اُن کے سروں پر مائل کھم ہیں۔ صدر داب روک پیٹا تختیوں اور زاویہ سلاخوں سے بنے ہیں اور باقی داب روک زاویہ سلاخوں اور جالی دار رباط بندی سے۔
صدر وتری بندھن ۱۲ انچ عرض کے ہیں اور ہر ایک میں دو ڈھلے لوہے کی فاصل کسنیاں اور بولٹ ہیں۔ ہر ایک گرڈر میں دونوں وسطی خانوں میں چپٹی سلاخ کی وتری پس رباط بندی ہے جو پاڑ کے نکال لینے کے بعد ریوٹ کی جاتی ہے۔ سروں کے مائل (raking) کھم اکہری پیٹا تختیوں اور دوہری کور تختیوں اور زاویوں سے بنے ہوتے ہیں۔ کلی نما تختیاں بندھنوں اور کھموں کو کور سے جوڑتی ہیں جیساکہ دکھایا گیا ہے۔ صدر تعمیر میں ریوٹ ہر جگہ ⅞ انچ قطر کے اور ذیلی کاموں میں ¾ انچ کے ہیں۔ گرڈر گلاسگو کے کارخانوں میں حصوں میں بنائے گئے اور موقع پر روانہ کیے گئے۔ یہاں اُن کو عارضی پاڑ پر رکھی ہوئی چوبی گھوڑیوں پر کھڑا کر کے جوڑا گیا اور اس طرح پورا طول جوڑ کر مسندوں پر اتارنے کے لیے تیار رکھا گیا۔ آڑے گرڈر جیساکہ سطحی خاکے میں دکھایا گیا ہے، مرکزی اور درمیانی خانوں میں ۸ افٹ مرکز تا مرکز ہیں اور سروں کے خانوں میں ۸ افٹ ۹ انچ سوائے اُن سروں کے خانوں کے جو کہ جھولتے فصل کے متصل ہیں جن میں یہ ۱۹ فٹ ۳ انچ ہیں۔

تہ کی عرضی رباط کاری سطحی خاکے میں دکھائی گئی ہے اور زاویوں پر مشتمل ہے جو انتصابی کھموں کے پائیں پر کلی تختیوں کو ریوٹ کیے گئے ہیں۔ بالائی عرضی رباط کاری جالی دار گرڈروں پر مشتمل ہے۔ یہ شکل ۲۶۹ کے منظرے میں زیادہ واضح نظر آتی ہے۔ یہاں جو دریچہ رباط کاری دکھائی گئی ہے جو کہ ہر ایک فصل کے سروں پر کھڑی کی گئی ہے بالائی عرضی رباط کاری کے نظام کے اختتامی رکن کا کام دیتی ہے اور مائل کھموں کے بالائی حصوں کے درمیان تسمہ کا بھی کام کرتی ہے۔ ان مائل کھموں کے نچلے سرے تہ پر جہاں یہ نچلی کور کی ناندیں اترے ہوتے ہیں سرے کے آڑے گرڈر کے ذریعے باہم استوار طور پر جکڑے جاتے ہیں۔ ہر ایک فصل فولاد کاری، مستقل راستہ وغیرہ کو ملا کر آمد و رفت کے لیے تیار ہونے کی حالت میں ۱۵۶ ٹن وزنی ہوتا ہے۔

شکل ۲۷۰ میں ایک ترچھے میانہ پل کی خوک پشت قسم کی قینچی دکھائی گئی ہے جو سدرن ریلوے (انگلستان) میں مقام اسٹریٹھم کامن[۵] پر استعمال کی گئی ہے۔ ایک صدر گرڈر دوسرے سے بڑا ہے ان کے طول علی الترتیب ۱۳۸ فٹ ۴ انچ اور ۱۳۲ فٹ ۸ انچ ہیں۔ شکل میں چھوٹے گرڈر ا کا جزوی رُودکار دکھایا گیا ہے۔ گرڈروں کی گہرائی سروں پر ۷ فٹ ۹½ انچ اور مرکز پر ۱۴ فٹ ۲ انچ ہے۔ بڑے گرڈر میں ۱۴ خانے ہیں اور چھوٹے میں ۱۳۔ خانے درمیان میں عام طور پر ۱۰ فٹ ۴ انچ کے ہیں۔ گرڈر ب میں دونوں سروں کے خانے اور گرڈر ا کے ایک سرے کا خانہ چھوٹا بنایا گیا ہے۔ نچلی کور دو کھڑی تختیوں پر مشتمل ہے جن کا باہمی فاصلہ ۱ فٹ ۱۰ انچ اور گہرائی ا فٹ ۴ انچ ہے۔ ہر ایک خانے میں ان کو ⅜ انچی تختیوں اور زاویوں سے استوار کیا گیا ہے۔ کور میں کوئی نچلی تختی نہیں رکھی گئی اور یہ اس لیے تاکہ پانی جمع نہ ہو اور، جیسا کہ ابھی سمجھایا جائیگا، آڑے گرڈر نچلی کور سے

[۵] Streatham Common

شکل نمبر ۲۷۰ - سدرن ریلوے (انگلستان) پر خوک پشت 'N' قسم کا گرڈر

نکلی ہوئی تختیوں کو اُن انتصابی ارکان کے نیچے لٹکے ہوئے ہیں جن سے خانے بنتے ہیں۔ بالائی کور تختیوں اور زاویوں پر مشتمل ہے اور ایک کھلے بکس کی تراش میں ہے۔ چوڑائی اندر ۱ فٹ ۸ ¾ انچ اور کوروں کے اوپر ۲ فٹ ۹ انچ ہے۔ مصلب ارکان کی گہرائی ۱ فٹ ۴ انچ ہے۔ جن داب روکوں سے خانے بنتے ہیں، اُن کی چوڑائی ۱۸ ¾ انچ ہے اور ½ انچہ تختیوں اور زاویوں سے بنے ہیں۔ پیل پائے اور درمیانی پائے پر گرڈروں کی مسند تراشے پتھر کی چنائی ہے۔

ہم نے ابھی ذکر کیا ہے کہ آڑے گرڈر جن پر مستقل راستہ ڈالا گیا ہے طولی گرڈروں کے نچلے حصّوں سے لٹکائے گئے ہیں جو زاویے کہ صدر گرڈر کے خانوں کے انتصابی داب روکوں کے جزو کے طور پر ہیں وہ نچلی کور کے خط سے نیچے تک لے جائے گئے ہیں اور آڑے گرڈروں کی پیٹیا تختیوں کو ریوٹ کیے گئے ہیں۔ آڑے گرڈر کی بالائی کور کے زاویہ کو روک لیا گیا اور نچلی کور کے زاویے کو بڑھا کر ترچھا کاٹا گیا۔ طولی گرڈروں کے انتصابی داب روکوں کے پیٹے اور آڑے گرڈروں کے پیٹے ڈھانک تختیوں کے ذریعے جوڑے گئے ہیں جو کہ بھرتی کا بھی کام دیتی ہیں۔ یہ آڑے گرڈر ۲۶ فٹ ۴ انچ لمبے اور ۱ فٹ ۶ انچ گہرے ہیں اور کور کے اوپر چوڑائی ۱ فٹ ۳ انچ ہے۔ یہ ۱۰ فٹ ۴ انچ کے فاصلوں سے یعنی کمان چلہ صدر گرڈروں کے خانوں کے متناظر رکھے گئے ہیں۔

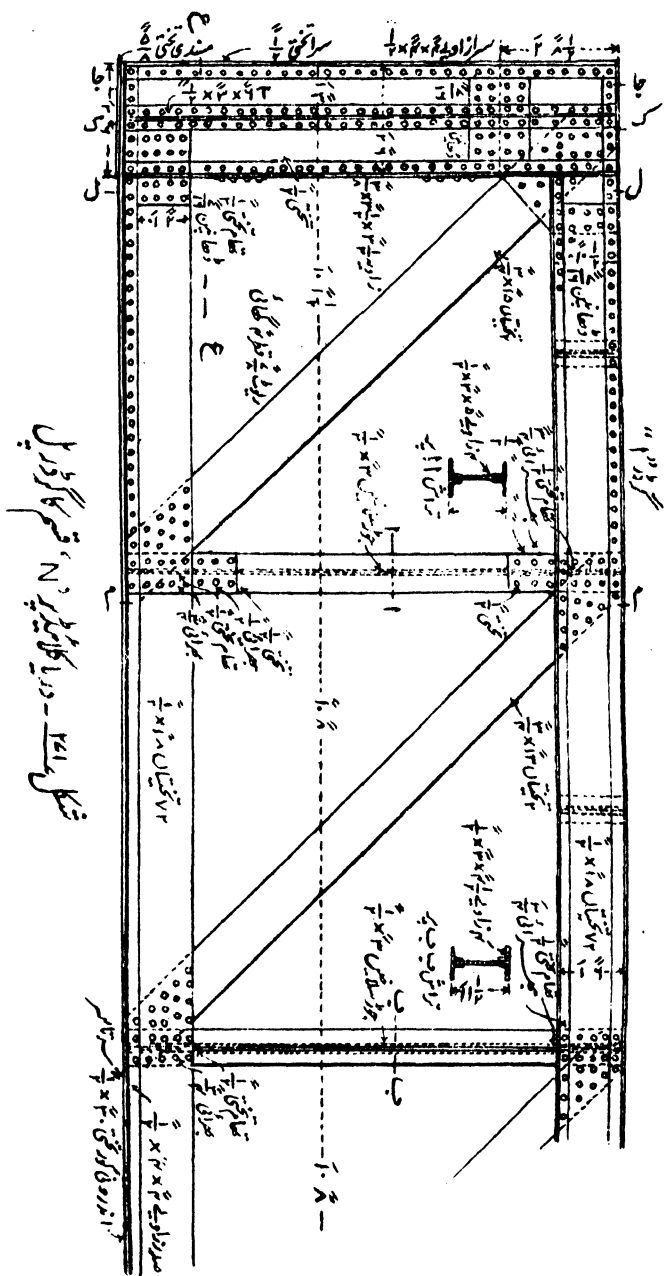
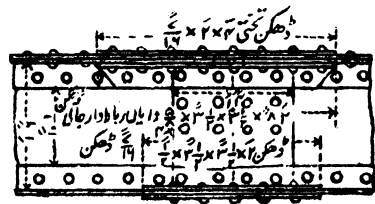
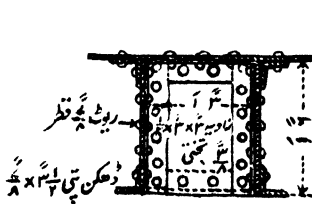
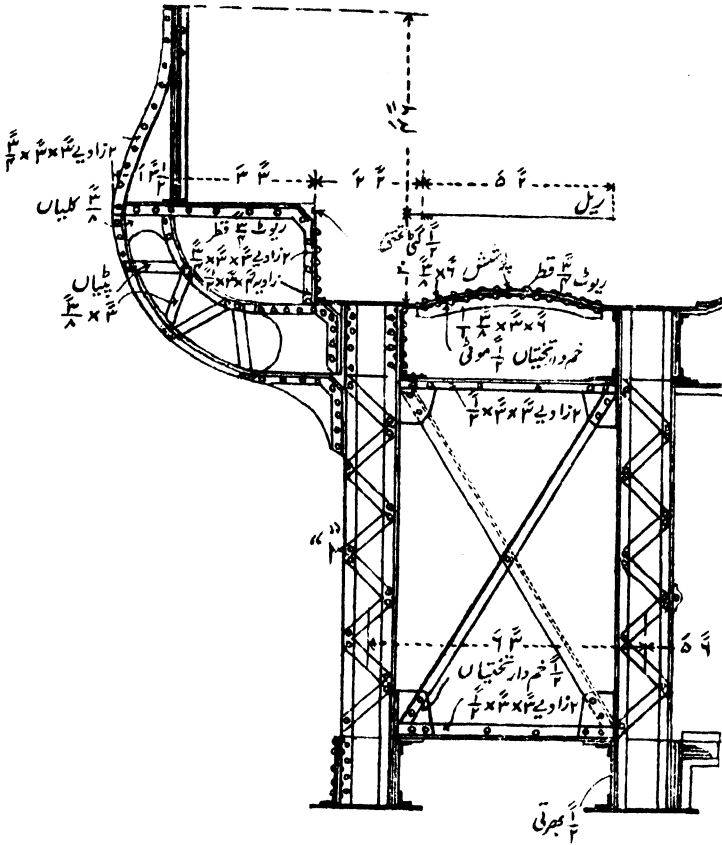
دونوں پٹریوں کے نیچے طولی گرڈروں کی دو قطاریں آڑے گرڈروں کی نچلی کور پر رکھی گئی ہیں۔ یہ ساختہ گرڈر ہیں جن کی گہرائی ۱ فٹ ۵ ½ انچ ہے اور ان کے پیٹوں سے زاویوں کے ذریعے بیلی نالیدار فرش بندی ہے۔ نالیدار فرش بندی میں طولی سلیپر رکھے گئے ہیں جو پٹریوں کے حامل ہوتے ہیں۔ دونوں جانب لکڑی کی ایک گزرگاہ ہے اور صدر گرڈروں کے درمیان باقی عرض میں

کسی قسم کی فرش بندی نہیں فصل کے سرے پر جہاں کہ آڑے گرڈروں کی ایک جانب کے نیچے پیل پائے آجاتے ہیں درمیانی طولی گرڈر حذف کر دیے گئے ہیں اور نالیدار فرش سازی کو ہر ایک تبادل تانڈ کے نیچے بیلی کڑیوں کے ذریعے استوار کیا گیا ہے۔

ہوا رباط پل کے صدر ارکان کی تہ کو ریوٹ کی گئی ہے۔ یہ چپٹی تختیوں پر مشتمل ہے جو ترچی وضع میں ریوٹ کی گئی ہیں۔

اشکال ۱-۲۷۲ اور ۲-۲۷۲ میں ایک عرشہ دار پل دکھایا گیا ہے جو ایل۔ایم۔ایس ریلوے (انگلستان) میں دریائے کلائیڈ[a] پر مقام اڈنگٹن[b] پر کھڑا کیا گیا ہے۔ پل کے صدر گرڈر H قسم کے کھلے پیٹے کے گرڈر ہیں جن کا مجموعی طول ۹۷ فٹ ۵ انچ اور گہرائی ۱۱ فٹ ہے۔ ہر ایک پٹری کے نیچے ایک صدر گرڈر ہے یعنی ہر ایک لائن دو گرڈروں پر ہے جن کو ۱۲ فٹ ۴ انچ کے فاصلوں سے آڑی رباط بندی دی گئی ہے۔ شکل ۲-۲۷۲ میں نیچے بالائی کور کی ایک تراش اور بالائی کور کے ایک جوڑ کا رُو کار دکھایا گیا ہے۔ نچلی کور بھی نالی دار تراش کی ہے۔ صدر گرڈروں کے درمیان گٹّ کے لیے ½ انچ موٹی خمدار تختیوں کا فرش ریوٹ کیا گیا ہے۔ دونوں وسطی گرڈروں کے درمیان انتصابی آڑی رباط بندی عمداً حذف کی گئی تاکہ ایک لائن پر پڑنے والے زندہ بوجھ سے زور دوسری لائن کے گرڈروں پر منتقل نہ ہوں۔ البتہ چاروں گرڈر افقی ہوا رباط کے ذریعے مربوط ہیں۔ پھیلاؤ، سکڑاؤ اور انحراف کو واقع ہونے دینے کے لیے صدر گرڈروں کو جھولنی مسندیں دی گئی ہیں۔ ہر گرڈر کا ایک سرا ایک ثابت مسند کو لگایا گیا ہے اور دوسرا ایک متحرک مسند کو۔ لیکن تپش کے تغیرات کی وجہ سے گرڈروں کے طول میں جو تغیرات ہوں گے ان سے پیدا ہونے والی قوتوں کو پایوں پر متوازن کرنے کے لیے یہ طے کیا گیا کہ ہر پائے پر یا تو حرکت پذیر یا پھیلاؤ مسندیں لگائی جائیں۔ اس لیے گرڈروں کے متصل

[b] Uddingten   [a] Clyde

شکل ۲۷۱ - دریا کلائیڈ پر 'N' قسم کا گرڈر پل

شکل ۲۷۲ - دریا کلائیڈ پر پل -

سروں کو ایک ہی قسم کی سندیں لگائی گئی ہیں۔ چنانچہ مغربی اور وسطی فصلوں کے پھیلاؤ اور سکڑاؤ کی حرکت مغربی دریا کے پایہ پر لے لی جاتی ہے کیونکہ اس پر پھیلاؤ سندیں لگائی گئی ہیں مشرقی دریا کے پایہ پر تمام ثابت سندیں ہیں اور مشرقی پیل پائے پر پھر پھیلاؤ سندیں ہیں۔

سندیں پایوں اور پیل پایوں پر بھاری گرینائیٹ بلاکوں کو بولٹ کی جاتی ہیں۔ پُل کے دونوں بازو ایک پیدل راستہ بنایا جاتا ہے۔ یہ شکل ۱۷ء۲ب میں دکھایا گیا ہے۔ یہ لکڑی کا ہوتا ہے اور بریکٹوں پر سہارا ہوتا ہے جو بیرونی صدر گرڈروں کو ریوٹ کیے جاتے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ منڈیر کا گرڈر بند جالی دار قسم کا ہے اور اگرچہ آپ سہارے ہے لیکن پیدل راستہ کے بریکٹوں کے ذریعے اس میں مزید استواری پیدا ہو گئی ہے۔ گٹی کو روکنے والی تختی گزرگاہ کو سہارنے کے لیے استعمال کی گئی ہے۔ پُل پر خمدار تختی کا جو فرش ہے اس پر باریک کنکریٹ کی ایک ۳ انچ موٹی تہ ہے اور اس کے اوپر ½ ۱ انچ اسفالٹ ہے۔ گٹی تختیوں کے ساتھ ساتھ موریاں بنادی گئی ہیں اور منڈیر کو سہارنے والے بریکٹوں میں سے ہر متبادل بریکٹ کے پاس ایک پھرنلی لگائی گئی ہے۔ اسی طرح کی احتیاط صدر گرڈروں کی نچلی کوروں کو تاکل سے بچانے کے لیے کی گئی ہے کیونکہ یہ بند ہیں اور اس طرح ان میں پانی جمع ہونے کا احتمال رہتا ہے۔

تین قبضوں کی کمان کی تجویز

باب ۱۴ میں ہم کمان پسلیوں میں کے دباؤ اور خماؤ کے معیار کے حسابات سے بحث کر چکے ہیں۔ جب یہ حسابات کر لیے جائیں تو پھر تفصیلی تجویز معمولی گرڈروں سے زیادہ مختلف نہیں۔ پلیٹ ۲ میں ایک تین قبضوں کی کمان کی تفصیلات دکھائی گئی ہیں۔ یہ کمان دریائے ایگزی (ایگزیٹر، انگلستان) پر ایک سڑک کے پُل کے لیے بنائی گئی ہے۔

Exe at Exeter

ندی میں رکاوٹ نہ ہونے دینے کے لیے ایک فصل رکھنا ضروری تھا اور سڑک کے ڈھال کو سہل رکھنے کے لیے اور ساتھ ہی پل کے نیچے کافی گزر بلندی چھوڑنے کے لیے "تین قبضوں کی کمان" اختیار کی گئی۔ مرکز پر تعمیری گہرائی صرف ۴ فٹ ۵ انچ میسر آئی۔ اس طرح ارتفاع ۱۱ فٹ ۴½ انچ تک محدود رہا اور معمولی آب لیول کے اوپر ۱۵ فٹ گزر بلندی حاصل ہوئی۔

اس کے ساتھ ہی کمان غیر معمولی طور پر سپاٹ ہے۔ ارتفاع کی نسبت فصل کے ساتھ صرف ۱ : ۱۲٫۲ ہے۔ بلکہ غالباً یہ انگلستان میں سب سے زیادہ سپاٹ ہوگی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ طغیانی میں ندی کے بہاؤ سے مزاحمت نہ کرنے کے لیے نقاطِ جست کو آب لیول سے ممکنہ بلندی پر رکھنا پڑا۔ اترتے ڈھال کے باوجود گرد کار میں ایک متشاکل شکل قائم رکھی گئی ہے۔ یہ پٹی دار کام (fascia work) کے ذریعے عمل میں آیا۔ پل کے دونوں جانب کے کمان شانے تقریباً ایک ہی جسامت کے ہیں لیکن آرائشی منڈیر جنوبی سرے کے پیدل راستے (footway) پر شمال سے اونچی رکھی گئی ہے اس طرح نقطۂ جست سے منڈیر کی چوٹی تک بلندی دونوں پایوں پر تقریباً مساوی ہے۔ اس طرح دیکھنے میں پل میں وہ نامساوات نظر نہیں آتی جو پل کے دونوں سروں کے ایک لیول پر نہ ہونے کی وجہ سے معمولی طور پر نظر آتی۔

کمان پسلیاں، جن کی تعداد آٹھ ہے، فولاد کی ہیں اور سب کو دونوں پیل پایوں پر اور مرکز میں قبضہ ہے۔ پسلیوں کا دھکیل ڈھلے لوہے کی بھاری نشست تختیوں پر لیا گیا ہے جو جسیم گرینائیٹی پتھر (bedstone) کو لگی ہوئی ہیں اور یہ پیل پایوں کے کنکریٹ میں گڑے ہوئے ہیں۔ یہ پیل پائے خاصے موٹے بنائے گئے ہیں تاکہ کمان کے سپاٹ پن کی وجہ سے جو دھکیل پیدا ہوتا ہے اسے برداشت کر سکیں۔ شمال جانب کا پیل پایہ سامنے سے پشت تک ۳۳ فٹ تک ہے اور جنوبی جانب ۳۶ فٹ ہے۔ بنیادیں سرخ شیل (shale) پر ہیں جو بجری کی ایک تہ کے نیچے ہے۔ پرانے پل کے پیل پایوں کو نکالنے اور نئے پیل پایوں کو تعمیر کرنے کا

کام حائط بند (coffer dams) کے اندر انجام دیا گیا جو ایک پوری چوبی چادر کی اکہری صف سے بنائے گئے تھے ۔ بیل پائے خود پورٹ لینڈ سیمنٹ کنکریٹ کے ہیں جس پر سیڑھی دار خشت کاری کی چہرہ کاری کی گئی ہے لیکن پن کٹوں (cutwaters) اور بیل پایوں کے نظر آنے والے حصے گرینائیٹ کے ترشے پتھر کی چنائی کے ہیں ۔

پسلیوں کی گہرائی متغیر ہے ۔ مرکز اور بیل پایوں پر ۲ فٹ ۲ انچ سے اور پہلوؤں پر بڑھا کر ۴ فٹ ۶ انچ رکھی گئی ہے ۔ پسلیوں کی کوریں دو $8'' \times \frac{1}{2}''$ کی تختیوں پر مشتمل ہیں جو پیٹوں (Webs) کو $3'' \times 3'' \times \frac{1}{2}''$ کے زاویوں کے ذریعے جوڑی گئی ہیں ۔ پیٹوں کی موٹائی نصف کمان کے وسط میں $\frac{1}{2}$ انچ ہے اور فصل کے مرکز اور بیل پایوں پر جہاں کہ ڈھکیل قبضوں کے ذریعہ منتقل ہوتا ہے موٹائی بڑھا کر $\frac{3}{4}$ انچ کر دی گئی ہے ۔ یہ قبضے سخت فولاد کی کیلوں پر مشتمل ہیں جن کا قطر ۸ انچ اور طول ۱۱ انچ ہے ۔ یہ ڈھلے فولاد کی ہنسلیوں میں کام کرتے ہیں جو کہ پسلیوں کے پیٹوں کو ڈھلے فولاد کے زاویہ بریکٹوں کے ذریعے جکڑی ہوئی ہیں ۔

پسلیاں اور ستون اُن نقاط کے محاذی جہاں آڑے گرڈر آتے ہیں $3\frac{1}{2}'' \times 3\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}''$ کی زاویہ سلاخوں کی رباط کاری کے ذریعے باہم انتصاباً مربوط کیے گئے ہیں اور پسلیوں کو ۴ فٹ ۲ انچ کے فاصلوں سے $\frac{1}{2}$ انچہ مصلب تختیاں لگائی گئی ہیں ۔ دتری جانبی رباط کاری بھی کی گئی تا کہ پُل کو ہوا کے دباؤ کے مقابلے میں اور اُس احتمالی صدمے کے مقابلے میں استوار کیا جائے جو لوٹوں (spates) کے ساتھ آنے والی تیرتی ہوئی اشیاء کے دھکے سے پیدا ہو ۔

ہر ایک نصف کمان موقع پر دو حصّوں میں لائی گئی اور چونکہ ہر ایک نصف یعنی بیل پایے سے مرکزی قبضے تک وزن تقریباً ۱۳ ٹن تھا اس لیے بھاپ ڈیرک حمالاؤں پر سب میں بھاری بوجھ تقریباً $6\frac{1}{2}$ ٹن کا پڑا ۔ جوڑ کے نقطے پر بالائی اور زیرین کوروں پر ڈھکن تختیاں اور زاویے ریوٹ کیے گئے

جیساکہ دکھایا گیا ہے۔ کھڑا کرنے کے دوران میں پسلیاں عارضی طور پر لکڑی کی پاڑ پر سہاری گئیں جو کسی حد تک پرانے پل کے پایوں پر سہاری گئی جو اسی غرض سے ڈھانے سے چھوڑ دیئے گئے تھے۔

بیل پایوں اور مرکز پر جو پھیلاؤ جوڑ ہیں اُن میں سے ہر ایک دو ڈھلے لوہے کے کرڑوں (Kerbs) پر مشتمل ہے جو باہم ½ انچ کے فاصلہ پر ہیں اور جن میں ایک گوٹے دار (Checkered) فولادی رگڑ پارہ (Rubbing-piece) بالائی کور کو پیچ کے ذریعے کسا ہوا ہے۔ بالائی کور کو سڑک کے منحنی کے مطابق تحدب دیا گیا ہے۔ اندازہ ہے کہ تپش کے انتہائی تغیرات کے تحت چڑھاؤ اور اتار کی وسعت پل کے مرکز پر ۳ انچ سے زیادہ نہ ہوگی یعنی معمولی وضع سے ½ انچ اوپر اور نیچے۔ اس کی رعایت قبضوں میں موجود ہے۔

آڑے گرڈر ۱۰″ × ۵″ کی بیلی فولادی کڑیاں ہیں اور یہ ۶″ × ۵″ کے بیلے فولادی ستونوں پر ٹکائی گئی ہیں جو بوجھ کو پسلیوں پر منتقل کرتے ہیں۔ ان ستونوں کی بلندی مختلف ہے بیل پایوں پر اعظم ہے اور مرکز کی طرف گھٹتی گئی ہے۔ مرکز کے قریب جہاں کہ بلندی کے محدود ہونے کی وجہ سے پسلیاں سڑک کے حامل نالیدار فرش بندی (Troughing) سے تقاطع کرتی ہیں، آڑے گرڈر زاویوں اور بیٹوں (Webs) سے بنائے گئے ہیں اور پسلیوں کے درمیان (intercostally) رکھے گئے ہیں۔

فرش ۵″ × ⅜″ کی فولادی نالیدار فرش بندی (Troughing) پر مشتمل ہے جو آڑے گرڈروں پر ٹکائی گئی ہے اور طولاً بچھائی گئی ہے جس کی وجہ سے مرکزی نالیدار فرش بندی (Troughing) کو پسلیوں کے درمیان رکھا جا سکا۔ نالیدار فرش بندی کے اوپر کوک چورے کے کنکریٹ کی ۶ انچ کی تہ ۱:۶ کے تناسب میں ہے۔ اس کو معمولی گٹی کے کنکریٹ پر اس غرض سے ترجیح دی گئی کہ پل پر بوجھ کم ہو۔ کنکریٹ پر پورٹ لینڈ سیمنٹ کی ایک تہ ½ انچ موٹی بچھائی گئی ہے اور پھر اس کے اوپر ¾″ اسفالٹ دو تہوں میں ڈالا گیا ہے جن کے درمیان براٹس کپڑا[1] (brattice cloth) رکھا گیا ہے۔ پھر

[1] موٹا پن روک کپڑا

۶ اِنچ جارہ کُندوں (Jarrah setts) سے سطح کی تکمیل کی گئی ہے۔ پُل کے موصلوں پر ۴ اِنچ جارہ بلاکوں سے فرش بندی کی گئی ہے۔ گیس کے اور پانی کے نل پیدل راستوں کے نیچے سے لے جائے گئے ہیں۔ گیس کے نل آڑے گرڈروں کے درمیان آب سہار ہیں لیکن پانی کے نل پیدل راستوں کے نیچے فرش کی تختی پر ٹکتے ہیں۔ شہر ایگزیٹر[1] کی برقی ٹراموے کی پٹریاں پُل پر سے گزرتی ہیں۔ ان کی دو لائنیں ہیں جو کنکریٹ میں بچھائی گئی ہیں۔

باڑ (Kerbs) کے درمیان خالص سڑک کا عرض ۳۴ فٹ ہے اور دونوں پیدل راستے آٹھ آٹھ فٹ چوڑے ہیں۔ اس طرح پُل کا مجموعی عرض منڈیروں کے درمیان ۵۰ فٹ ہے۔

پلوں کی آڑی جانبی اور عرضی رباط بندی ——— ہم نے مختلف حقیقی پُلوں کی جو مثالیں دی ہیں اُن میں جانبی اور عرضی رباط بندیوں کا ذکر کیا گیا ہے۔ عرضی رباط بندی ایک انتصابی مستوی میں ہوتی ہے اور عرشہ دار (Deck) پُلوں میں عموماً اُس طرح کی ہوتی ہے جیسی کہ اشکال ۲۵۰ اور ۲۷۲ میں دکھائی گئی ہے۔ بہتر یہ ہے کہ ہر ایک لائن کے دو گرڈروں کو علٰحدہ علٰحدہ مرلوط کیا جائے ورنہ یہ ہوگا کہ جب گاڑی ایک لائن پر ہو تو دوسری لائن کے گرڈروں پر مروڑ کا عمل ہوگا۔ البتہ معمولی سڑک کے پُلوں میں تمام گرڈروں کو اکٹھا مربوط کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح کی عرضی رباط بندی عموماً سروں پر اور درمیان میں صدر گرڈروں کے درمیانی فاصلے کے دو گنے فاصلوں سے کی جاتی ہے۔

جانبی رباط بندی افقی مستوی میں ہوتی ہے اور عموماً اشکال ۲۶۹ اور ۲۷۲ اور ملیبٹ ا کی طرح وارن[2] یا N گرڈر کی شکل میں ترتیب دی جاتی ہے۔ یہ رباط بندی ان اُفقی بوجھوں کو برداشت کرنے کے لیے کی جاتی ہے جو ہوا کی وجہ سے اور اُس مرکز گریز قوت سے پیدا ہوں جو پُل کے کسی موڑ پر واقع ہونے کی وجہ سے پیدا ہو۔ اس رباط بندی کے لیے ہوا کے دباؤ کے قواعد صفحہ ۵۹ سے لے کر بعد کے چند صفحات تک دیے ہوئے بیانات سے

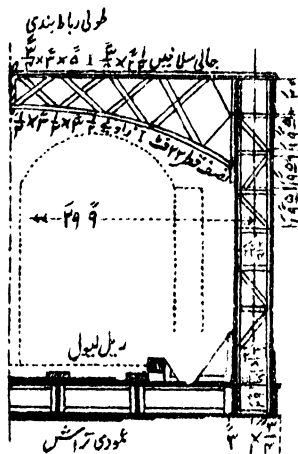
---

[1] City of Exeter

[2] Warren

حاصل کیے جائیں۔

ایک عام امریکی دستور یہ ہے کہ بالائی اور زیرین جانبی رباط بندیوں کو ۱۵۰ پونڈ فی خطی فٹ کے سکونی بوجھ کے لیے تجویز کیا جائے اور بوجھ دار کوروں کو لگے ہوئے نظام میں گاڑی پر عمل کرنے والے ایک ۳۰۰ پونڈ فی خطی فٹ کے ہوا کے متحرک دباؤ کو جمع کیا جائے۔

شکل ۲۸۲ ل۔

ایک اور امریکی قاعدہ حسب ذیل تجویز پر مشتمل ہے :- گاڑی پر ہوا کو ۳۰۰ پونڈ فی خطی فٹ کا ایک متحرک دباؤ اور زیر عمل رقبے پر ۵۰ پونڈ فی مربع فٹ کا ایک مردہ بوجھ سمجھا جائے۔ زیر عمل رقبے کے لیے رُو کار کے رقبے کا دُگنا لیا جاتا ہے اور رباط بندی پر بوجھ کا ۲/۳ لدی ہوئی جانب اور ۱/۳ خالی جانب عمل کرتا ہوا فرض کیا جاتا ہے۔

سر تا سر گرڈروں میں اوپر عموماً دریچہ نما رباط بندی کی جاتی ہے اور نیچے آڑے گرڈر رباطوں کا کام کرتے ہیں۔ یہ رباط بندی چھوٹے جالی دار

گرڈروں کی شکل میں ہوتی ہے اور اشکال ۲۶۹ اور ۲۷۲ میں اچھے طور پر دکھائی گئی ہے۔

پُلوں کی مسندیں

پُلوں کی مسندیں تجویز کرنے میں تہ پتھر یا داسے کا رقبہ چُنائی یا جو بھی سہارا ہو اُس کے بے خطر زور سے معلوم کیا جاتا ہے۔ یہ بنیادوں کا لحاظ رکھ کر باب ۱۶ کے مطابق حاصل کیا جاتا ہے۔

۷۰ فٹ سے کم فصل کے لیے ایسی مسندوں کی ضرورت نہیں جن میں پھیلاؤ کی خاص رعایت رکھی گئی ہو۔ ان فصلوں کے لیے ایک مسندی تختی آنکھ تراشے (Countersunk) ریوٹوں کے ذریعے گرڈر کے پیندے کو ریوٹ کی جاتی ہے اور اس کو عموماً معمولی طور پر پتھر کے داسوں پر رکھ دیا جاتا ہے۔ مسندی تختی اور داسے (template) کے درمیان بال نمدہ (Hair-felt) یا بعض اوقات سیسے کا پتّر رکھ دیا جاتا ہے تاکہ دباؤ کو یکساں طور پر تقسیم کرے۔ شکل ۲۷۳ میں اس طرح کا انتظام دکھایا گیا ہے۔

داسے کا سامنے کا سرا پاتام دار کر دینا چاہیے۔ تاکہ کنارے جھڑ نہ جائیں اور ترچھے فصلوں میں مسندیں گرڈروں کے علی القوائم ترتیب دینی چاہییں۔ ترچھے پن کے زاویے پر نہ ہوں۔

بعض اوقات مسندی تختی داسے کو لوئس (Lewis) بولٹوں کے ذریعے کس دی جاتی ہے۔ ان کے لیے سوراخ ایک سرے پر نالی دار رکھے جاتے ہیں تاکہ پھیلاؤ کی رعایت ہو سکے۔ لیکن اس طرح کی تنصیب اب زیادہ عام نہیں اور تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ اکثر اوقات یہ غیر اطمینان بخش ثابت ہوتی ہے۔ ایک انتظام جس کو بہت سے انجنیئر بہتر سمجھتے ہیں یہ ہے کہ ایک ڈھلے لوہے یا فولاد کی تختی کو داسے پر بولٹوں سے کس دیا جائے اور گرڈر کو ایک چھوٹی ٹخنی (knuckle) تختی ریوٹ کی جائے۔

۵۔ ڈگمگیا تختی۔

اس سے فصل زیادہ صحت کے ساتھ ثابت ہوتا ہے اور دباؤ کنارے پر نہیں پڑنے پاتا۔

بڑے فصلوں کے لیے مناسب ہے کہ پھیلاؤ مسندیں لگائی جائیں۔ ان کو اطمینان بخش بنانے کے لیے ان میں جھولنی اور پھیلاؤ مسندیں دونوں کو جمع کرنا چاہیے۔ جھولنی کا کام یہ ہے کہ گرڈر کو بوجھ کے تحت منحرف ہونے دیا جائے اور پھر بھی دا سے پر دباؤ مرکزی طور پر پڑے اور پھیلاؤ مسندوں یا پھرکیوں کا کام یہ ہے کہ پھیلاؤ کی وجہ سے جو حرکت واقع ہونا چاہتی ہے اس کو واقع ہونے دیا جائے۔

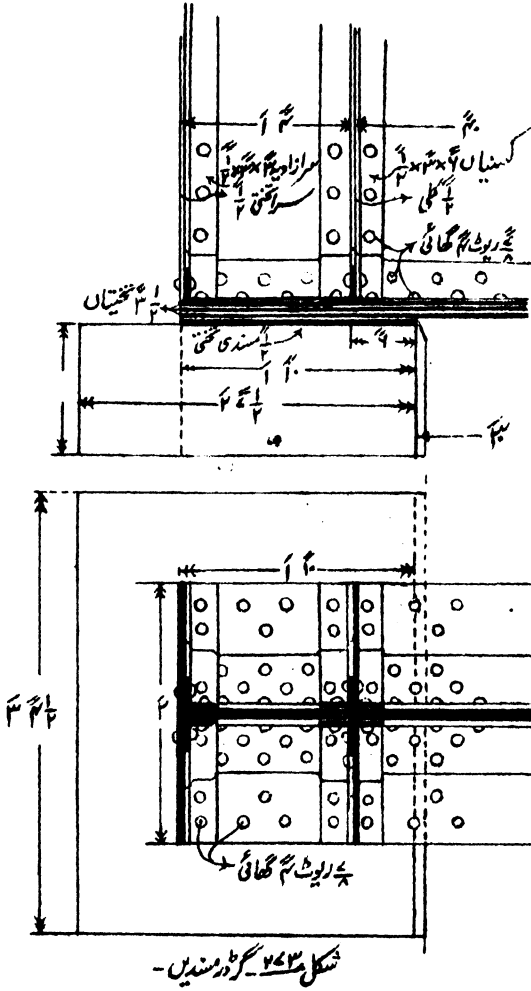
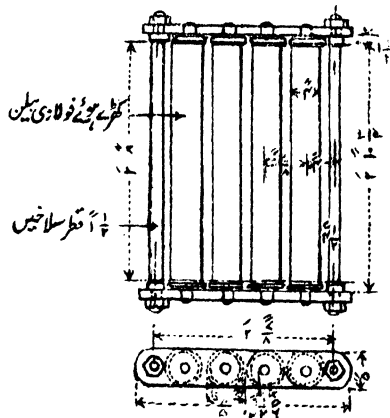
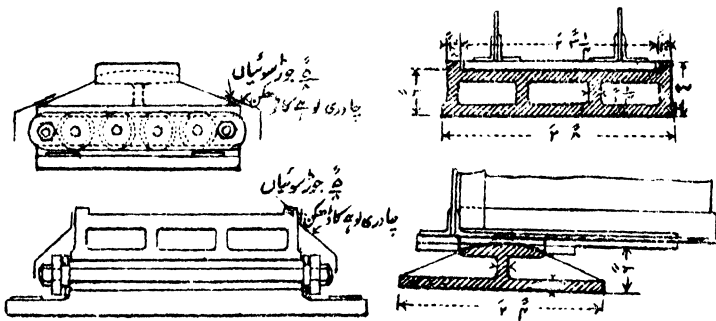
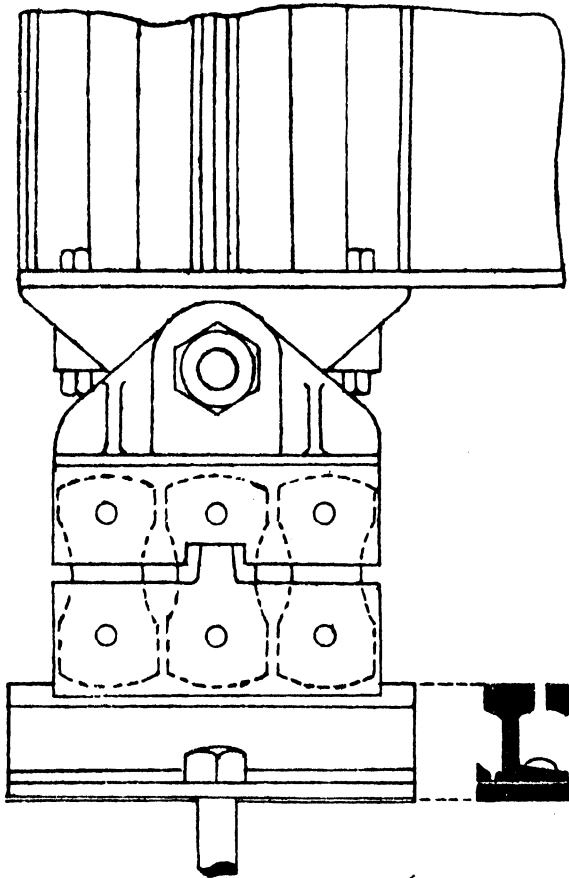
اشکال ۲۷۴ اور ۲۷۵ میں تختی ا کے پُل کے ثابت سرے اور پھیلاؤ کے سرے کی مسندیں دکھائی گئی ہیں۔

شکل ۲۷۶ میں ایک مجتمع جھولنی اور گردونہ مسند دکھائی گئی ہے جو ایک امریکی ریلوے میں استعمال کی گئی ہے۔ اس صورت میں پھیلاؤ قطعی گردونہ سے حاصل ہوتا ہے جن کی شکل دکھائی گئی ہے۔ گردونوں کا پنجرہ چند پٹڑیوں کی ایک تہ پر رکھا گیا ہے جو اوپر رندہ کی ہوئی ہیں اور جن کی ایک کور بھی رندہ کرکے چھیل دی گئی ہے۔ یہ پٹڑیاں ایک مسندی تختی کو ریوٹ کی گئی ہیں اور سیسے کا پتر

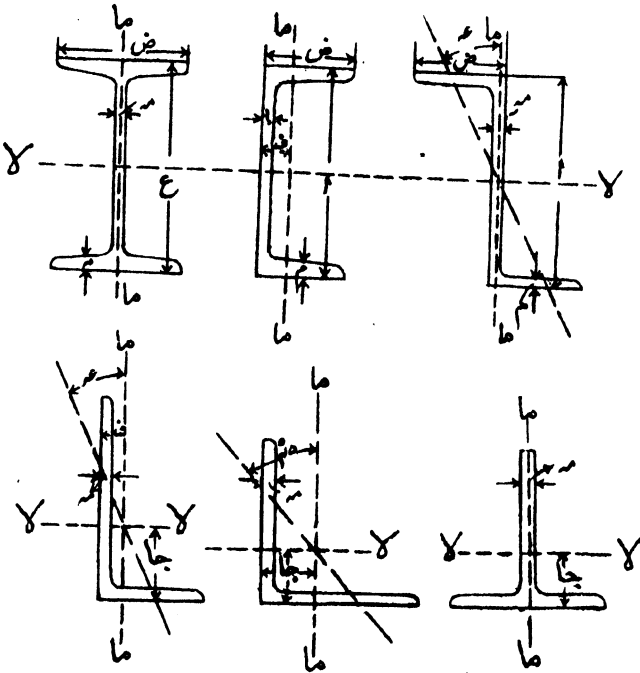
شکل ۲۷۳ - گرڈر مسندیں -

اس مسندی تختی اور چنائی کے درمیان رکھ دیا گیا ہے۔ تمام صورتوں میں گردونوں، وغیرہ کو سروں پر تختیاں لگی ہونی چاہییں تاکہ باہم مستقل فاصلوں پر رہیں۔

تمام پھیلاؤ مسندوں کی تجویزوں میں اس کا خیال رہے کہ تدھین اور معائنہ کرنے میں دقت نہ ہو۔

شکل ۲۷۴ ۔ ثابت سرے پر مسند

شکل ۲۷۵ ۔ آزاد سرے پر سند ۔

شکل ۲۷۶ - مجتمع جھولی اور گردونہ مسند۔

ضمیمہ

ذیل کی جدولوں میں اُن برطانوی معیاری تراشوں کے خواص درج کیے گئے ہیں جو کارخانوں کی شایع کردہ فہرستوں میں رہتی ہیں۔ نیز دیکھو صفحہ ۶۶۲ کا نوٹ اشیاء کی جسامتوں کے متعلق۔

شکل ۱۔ برطانوی معیاری تراشوں کے خواص۔

نوٹ۔ پہلے کی برطانوی تراشوں کی بجائے ۱۹۲۰ء میں ایک ترمیم فہرست بنائی گئی جس کی تراشوں کو جدید برطانوی معیاری تراشیں کہا جاتا ہے۔ لیکن چونکہ ابھی کچھ عرصے تک بہت سی پرانی I شہتیروں کی تراشیں اور نالی دار تراشیں مستعمل رہینگی اس لیے ضمیمے میں اِن کو شامل رکھا گیا۔

برطانوی معیاری تراشیں (دیکھو شکل ۱)

پُرانے برطانوی معیاری I شہتیروں کے خواص

جسامت	وزن فی فٹ	موٹائی		تراشی رقبہ	معیارِ جمود		تراش کے مقیاس		گردشی نصف قطر	
ع ض		مہ	م		ل ل	ما ما	ل ل	ما ما	ل ل	ما ما
انچ	پونڈ	انچ	انچ	مربع انچ	انچ	انچ	انچ	انچ	انچ	انچ
۳ × ۱½	۴	۰٫۱۶	۰٫۲۴۸	۱٫۱۸	۱٫۶۶	۰٫۱۲۴	۱٫۱۱	۰٫۱۲۵	۱٫۱۹	۰٫۳۲۵
۳ × ۳	۸½	۰٫۲۰	۰٫۳۳۲	۲٫۵۰	۳٫۴۹	۱٫۲۶	۲٫۵۳	۰٫۸۴۱	۱٫۲۳	۰٫۷۱۰
۴ × ۱¾	۵	۰٫۱۷	۰٫۲۴۰	۱٫۴۷	۳٫۶۷	۰٫۱۹۴	۱٫۸۴	۰٫۲۲۲	۱٫۵۸	۰٫۳۶۳
۴ × ۳	۹½	۰٫۲۲	۰٫۳۳۶	۲٫۸۰	۷٫۵۳	۱٫۲۸	۳٫۷۶	۰٫۸۵۴	۱٫۶۴	۰٫۶۷۷
۴¾ × ۱¾	۶½	۰٫۱۸	۰٫۳۲۳	۱٫۹۱	۶٫۷۷	۰٫۲۴۳	۲٫۸۵	۰٫۳۰۰	۱٫۸۸	۰٫۳۷۱
۵ × ۳	۱۱	۰٫۲۲	۰٫۳۷۶	۳٫۲۴	۱۳٫۶	۱٫۲۶	۵٫۲۵	۰٫۹۷۴	۲٫۰۵	۰٫۶۷۲

جسامت ع ض	وزن فی فٹ	موٹائی مـہ	موٹائی م	تراشی رقبہ	معیار جمود لالا	معیار جمود ماما	تراش کے مقیاس لالا	تراش کے مقیاس ماما	گردشی نصف قطر لالا	گردشی نصف قطر ماما
انچ	پونڈ	انچ	انچ	مربع انچ	انچ	انچ	انچ	انچ	انچ	انچ
۵ × ۳½	۱۸	ء۲۹	ء۴۳۸	۵ء۲۹	۲۲ء۷	۵ء۶۶	۹ء۰۸	۲ء۵۱	۲ء۰۷	۱ء۰۳
۶ × ۳	۱۲	ء۲۶	ء۳۴۸	۳ء۵۳	۲۰ء۲	۱ء۳۴	۶ء۷۴	ء۸۹۲	۲ء۴۰	ء۶۱۶
۶ × ۳½	۲۰	ء۳۷	ء۴۳۱	۵ء۸۸	۳۴ء۷	۵ء۴۱	۱۱ء۶	۲ء۴۰	۲ء۴۳	ء۹۵۹
۶ × ۵	۲۵	ء۴۱	ء۵۲۰	۷ء۳۵	۴۳ء۶	۹ء۱۱	۱۳ء۵	۳ء۶۴	۲ء۴۴	۱ء۱۱
۷ × ۴	۱۶	ء۲۵	ء۳۸۷	۴ء۷۱	۳۹ء۲	۳ء۴۱	۱۱ء۳	۱ء۷۱	۲ء۸۹	ء۸۵۱
۸ × ۴	۱۸	ء۲۸	ء۴۰۲	۵ء۳۰	۵۵ء۷	۳ء۵۷	۱۳ء۹	۱ء۷۹	۳ء۲۴	ء۸۲۱
۸ × ۵	۲۸	ء۳۵	ء۵۷۵	۸ء۲۴	۸۹ء۴	۱۰ء۳	۲۲ء۳	۴ء۱۰	۳ء۲۹	۱ء۱۲
۸ × ۶	۳۵	ء۴۴	ء۵۹۷	۱۰ء۳	۱۱۱	۱۷ء۹	۲۷ء۶	۵ء۹۸	۳ء۲۸	۱ء۳۲
۹ × ۴	۲۱	ء۳۰	ء۴۶۰	۶ء۱۸	۸۱ء۱	۴ء۲۰	۱۸ء۰	۲ء۱۰	۳ء۶۲	ء۸۲۴

۷×۹	۵۸	٫۵۵	٫۹۲۴	۱۷٫۱	۲۳۰	۴۶٫۳	۵۱٫۱	۱۳٫۲	۳٫۶۷	۱٫۹۵
۵×۱۰	۳۰	٫۳۶	٫۵۵۲	۸٫۸۲	۱۴۶	۹٫۷۸	۲۹٫۱	۳٫۹۱	۴٫۰۶	۱٫۰۵
۶×۱۰	۴۲	٫۴۰	٫۷۳۶	۱۲٫۴	۲۱۲	۲۲٫۹	۴۲٫۳	۷٫۶۴	۴٫۱۴	۱٫۳۶
۸×۱۰	۷۰	٫۶۰	٫۹۷۰	۲۰٫۶	۳۴۵	۷۱٫۶	۶۹٫۰	۱۷٫۹	۴٫۰۹	۱٫۸۷
۵×۱۲	۳۲	٫۳۵	٫۵۵۰	۹٫۴۱	۲۲۰	۹٫۷۴	۳۶٫۷	۳٫۹۰	۴٫۸۴	۱٫۰۲
۶×۱۲	۴۴	٫۴۰	٫۷۱۷	۱۲٫۹	۲۱	۲۲٫۳	۵۲٫۶	۷٫۴۲	۴٫۹۴	۱٫۳۱
۶×۱۲	۵۴	٫۵۰	٫۸۸۳	۱۵٫۹	۳۷۶	۲۸٫۳	۶۲٫۶	۹٫۴۳	۴٫۸۶	۱٫۳۳
۶×۱۳	۴۶	٫۴۰	٫۶۹۸	۱۳٫۵	۴۳۱	۲۱٫۶	۶۲٫۹	۷٫۲۰	۵٫۷۱	۱٫۳۹
۶×۱۳	۵۶	٫۵۰	٫۸۷۳	۱۶٫۸	۵۵۳	۲۷٫۹	۷۶٫۲	۹٫۳۱	۵٫۶۴	۱٫۲۹
۵×۱۵	۴۲	٫۴۲	٫۶۴۷	۱۲٫۴	۴۲۸	۱۱٫۹	۵۷٫۱	۴٫۷۸	۵٫۸۹	٫۹۸۳
۶×۱۵	۵۹	٫۵۰	٫۸۸۰	۱۷٫۳	۶۲۹	۲۸٫۲	۸۲٫۹	۹٫۴۰	۶٫۰۲	۱٫۲۸
۶×۱۶	۶۲	٫۵۵	٫۸۴۷	۱۸٫۲	۷۲۶	۲۷٫۱	۹۰٫۷	۹٫۰۲	۶٫۳۱	۱٫۲۲
۷×۱۸	۷۵	٫۵۵	٫۹۲۸	۲۲٫۱	۱۱۵۰	۴۶٫۶	۱۲۸	۱۳٫۳	۷٫۲۲	۱٫۴۵
۷½×۲۰	۸۹	٫۶۰	۱٫۰۱	۲۶٫۲	۱۶۷۱	۶۲٫۶	۱۹۶	۱۶٫۷	۷٫۹۹	۱٫۵۵
۷½×۲۴	۱۰۰	٫۶۰	۱٫۰۷	۲۹٫۴	۲۶۵۵	۶۶٫۹	۲۱۱	۱۷٫۸	۹٫۵۰	۱٫۵۱

قدیم برطانوی معیاری نالیوں کے خواص

جسامت ا×ب	معیاری موٹائیاں ہ	معیاری موٹائیاں م	وزن فی فٹ	رقبہ	بُعد ف	معیار جمود لالا کے گرد	معیار جمود ماما کے گرد	تراشی مقیاس لالا کے گرد	تراشی مقیاس ماما کے گرد	گردشی نصف قطر لالا کے گرد	گردشی نصف قطر ماما کے گرد
انچ	انچ	انچ	پونڈ	مربع انچ	انچ	انچ اکائیاں	انچ اکائیاں	انچ اکائیاں	انچ اکائیاں	انچ	انچ
۴×۱۵	٫۵۲۵	٫۶۳۰	۴۱٫۹۴	۱۲٫۳۴۴	٫۹۳۵	۳۷۷٫۰	۱۴٫۵۵	۵۰٫۲۷	۴٫۷۴۸	۵٫۵۳	۱٫۰۹
۴×۱۲	٫۵۲۵	٫۶۲۵	۳۶٫۴۷	۱۰٫۷۲۷	۱٫۰۳۱	۲۱۸٫۲	۱۳٫۶۵	۳۶٫۳۶	۴٫۵۹۹	۴٫۵۱	۱٫۱۳
۳½×۱۲	٫۵۰۰	٫۶۰۰	۳۲٫۸۸	۹٫۶۷۱	٫۸۶۷	۱۹۰٫۷	۸٫۹۲۲	۳۱٫۷۹	۳٫۳۸۹	۴٫۴۴	٫۹۶۰
۳½×۱۲	٫۳۷۵	٫۵۰۰	۲۶٫۱۰	۷٫۶۷۵	٫۸۶۰	۱۵۸٫۶	۷٫۵۷۲	۲۶٫۴۴	۲٫۸۶۸	۴٫۵۵	٫۹۹۴
۳½×۱۱	٫۴۷۵	٫۵۷۵	۲۹٫۸۲	۸٫۷۷۱	٫۸۹۶	۱۴۸٫۶	۸٫۴۲۱	۲۷٫۰۲	۳٫۲۳۴	۴٫۱۲	٫۹۸۰
۴×۱۰	٫۴۷۵	٫۵۷۵	۳۰٫۱۶	۸٫۸۷۱	۱٫۱۰۲	۱۳۰٫۷	۱۲٫۰۲	۲۶٫۱۴	۴٫۱۴۷	۳٫۸۴	۱٫۱۶
۳½×۱۰	٫۴۷۵	٫۵۷۵	۲۸٫۲۱	۸٫۲۹۶	٫۹۳۳	۱۱۷٫۹	۸٫۱۹۴	۲۳٫۵۹	۳٫۱۹۲	۳٫۷۷	٫۹۹۴

۳½×۱۰	٫۳۶۵	٫۵۰۰	۲۳٫۵۵	۶٫۹۲۵	٫۹۳۳	۱۰۲٫۶	۷٫۱۸۶	۲۰٫۵۲	۲٫۸۰۰	۳٫۸۵	۱٫۰۲
۳½×۹	٫۴۵۰	٫۵۵۰	۲۵٫۳۹	۷٫۴۶۹	٫۹۷۱	۸۸٫۰۷	۷٫۶۶۰	۱۹٫۵۷	۳٫۰۲۹	۳٫۴۳	۱٫۰۱
۳½×۹	٫۳۶۵	٫۵۰۰	۲۲٫۲۷	۶٫۵۵۰	٫۹۷۶	۷۹٫۹۰	۶٫۹۶۳	۱۷٫۷۶	۲٫۷۵۹	۳٫۴۹	۱٫۰۳
۳×۹	٫۳۶۵	٫۴۳۷	۱۹٫۳۷	۵٫۶۹۶	٫۷۵۴	۶۵٫۱۸	۴٫۰۲۱	۱۴٫۴۸	۱٫۷۹۰	۳٫۳۸	٫۸۴۰
۳½×۸	٫۴۲۵	٫۵۲۵	۲۲٫۷۲	۶٫۶۸۲	۱٫۰۱۱	۶۳٫۷۶	۷٫۰۶۷	۱۵٫۹۴	۲٫۸۳۹	۳٫۰۹	۱٫۰۳
۳×۸	٫۳۶۵	٫۵۰۰	۱۹٫۳۰	۵٫۶۷۵	٫۸۴۴	۵۳٫۴۳	۴٫۳۲۹	۱۳٫۳۶	۲٫۰۰۸	۳٫۰۷	٫۸۷۳
۳½×۷	٫۴۰۰	٫۵۰۰	۲۰٫۲۳	۵٫۹۵۰	۱٫۰۶۱	۴۴٫۵۵	۶٫۴۹۸	۱۲٫۷۳	۲٫۶۶۴	۲٫۷۴	۱٫۰۴
۳×۷	٫۳۶۵	٫۴۷۵	۱۷٫۵۶	۵٫۱۶۶	٫۸۷۴	۳۷٫۶۲	۴٫۰۱۷	۱۰٫۷۵	۱٫۸۸۹	۲٫۷۰	٫۸۸۲
۳½×۶	٫۳۶۵	٫۴۷۵	۱۷٫۶۹	۵٫۲۶۶	۱٫۱۱۹	۲۹٫۶۶	۵٫۹۰۷	۹٫۸۸۵	۲٫۴۸۱	۲٫۳۶	۱٫۰۶
۳×۶	٫۳۱۲	٫۴۳۷	۱۴٫۴۹	۴٫۲۶۱	٫۹۳۸	۲۴٫۰۱	۳٫۵۰۳	۸٫۰۰۳	۱٫۶۹۹	۲٫۳۷	٫۹۰۷

پُرانی برطانوی معیاری زیڈ (Z) سلاخوں کے خواص

جسامت ا × ب	معیاری موٹائی ہ	معیاری موٹائی م	رقبہ	وزن فی فٹ	معیار جمود لا لا کے گرد	معیار جمود ما ما کے گرد	تراشی مقیاس لا لا کے گرد	تراشی مقیاس ما ما کے گرد	زاویہ ع درجوں میں	اقل گردشی نصف قطر
انچ	انچ	انچ	مربع انچ	پونڈ	انچ اکائیاں	انچ اکائیاں	انچ اکائیاں	انچ اکائیاں	انچ	انچ
۳½ × ۱۰	۰٫۳۷۵	۰٫۵۷۵	۸٫۲۸۳	۲۸٫۱۶	۱۱۷٫۸۶۵	۱۲٫۸۷۶	۲۳٫۵۷۳	۳٫۹۴۷	۱۴	۰٫۸۳۹
۳½ × ۹	۰٫۴۰	۰٫۵۵۰	۷٫۴۴۹	۲۵٫۳۳	۸۷٫۸۸۹	۱۲٫۴۱۸	۱۹٫۵۳۱	۳٫۷۹۲	۱۶½	۰٫۸۴۳
۳½ × ۸	۰٫۴۲۵	۰٫۵۲۵	۶٫۶۷۰	۲۲٫۶۸	۶۲٫۷۲۹	۱۲٫۰۲۴	۱۵٫۹۳۲	۳٫۶۵۷	۱۹½	۰٫۸۴۵
۳½ × ۷	۰٫۴۰۰	۰٫۵۰۰	۵٫۹۴۸	۲۰٫۲۲	۴۴٫۶۰۹	۱۱٫۶۱۸	۱۲٫۷۴۵	۳٫۵۲۱	۲۳	۰٫۸۴۰
۳½ × ۶	۰٫۳۷۵	۰٫۴۷۵	۵٫۲۵۸	۱۷٫۸۸	۲۹٫۶۶۰	۱۱٫۱۳۴	۹٫۸۸۷	۳٫۳۶۱	۲۸½	۰٫۸۲۱
۳ × ۵	۰٫۳۵۰	۰٫۴۵۰	۴٫۱۶۹	۱۴٫۱۷	۱۶٫۱۴۵	۶٫۵۷۸	۶٫۴۵۸	۲٫۳۲۸	۲۹½	۰٫۶۹۸

نئی برطانوی معیاری بیلے فولاد کی تراشیں

I شہتیروں کی تراشوں کے خواص

'۱' — گرڈر تراشیں

جسامت انچ	وزن فی فٹ پونڈ	موٹائی		رقبہ	معیار جمود		تراش کا مقیاس		گردشی نصف قطر	
		مہ	م		لا لا	ما ما	لا لا	ما ما	لا لا	ما ما
۱½ × ۳	۴	۰٫۱۶	۰٫۲۴۹	۱٫۱۷۷	۱٫۶۶۰	۰٫۱۲۵	۱٫۱۰۶	۰٫۱۶۷	۱٫۱۹	۰٫۳۲۶
۱¾ × ۴	۵	۰٫۱۷	۰٫۲۳۹	۱٫۴۷۰	۳٫۶۶۴	۰٫۱۸۶	۱٫۸۳۲	۰٫۲۱۳	۱٫۵۸	۰٫۳۵۶
۲ × ۴½	۷	۰٫۱۹	۰٫۳۲۲	۲٫۰۶۰	۶٫۶۵۲	۰٫۳۸۳	۲٫۹۵۷	۰٫۳۸۳	۱٫۸۰	۰٫۴۳۱
۲½ × ۵	۹	۰٫۲۰	۰٫۳۴۷	۲٫۶۴۷	۱۰٫۹۱	۰٫۷۸۹	۴٫۳۶۴	۰٫۶۳۱	۲٫۰۳	۰٫۵۴۶
۳ × ۶	۱۲	۰٫۲۳	۰٫۳۷۷	۳٫۵۳۳	۲۰٫۹۹	۱٫۴۶۱	۶٫۹۹۶	۰٫۹۷۴	۲٫۴۴	۰٫۶۴۳

جسامت انچ	وزن فی فٹ پونڈ	موٹائی مہ	موٹائی م	رقبہ	میارِ جمود ل ل	میارِ جمود ما ما	تراش کا مقیاس ل ل	تراش کا مقیاس ما ما	گردشی نصف قطر ل ل	گردشی نصف قطر ما ما
۷ × ۳½	۱۵	٫۲۵	٫۳۹۸	۴٫۴۱۶	۳۵٫۹۰	۲٫۴۰۸	۱۰٫۲۶	۱٫۳۷۶	۲٫۸۵	٫۷۳۸
۸ × ۴	۱۸	٫۲۸	٫۳۹۸	۵٫۲۹۶	۵۵٫۶۳	۳٫۵۰۶	۱۳٫۹۱	۱٫۷۵۳	۳٫۲۴	٫۸۱۴
۹ × ۴	۲۱	٫۳۰	٫۴۵۷	۶٫۱۷۷	۸۱٫۱۳	۴٫۱۴۸	۱۸٫۰۳	۲٫۰۷۴	۳٫۶۲	٫۸۲۰
۱۰ × ۴½	۲۵	٫۳۰	٫۵۰۵	۷٫۳۵۴	۱۲۲٫۳	۶٫۴۸۶	۲۴٫۴۷	۲٫۸۸۳	۴٫۰۸	٫۹۳۹
۱۲ × ۵	۳۰	٫۳۳	٫۵۰۷	۸٫۸۲۷	۲۰۶٫۹	۸٫۷۷۰	۳۴٫۴۹	۳٫۵۰۸	۴٫۸۴	٫۹۹۷
۱۳ × ۵	۳۵	٫۳۵	٫۶۰۴	۱۰٫۳۰	۲۸۳٫۵	۱۰٫۸	۴۳٫۶۲	۴٫۳۲۶	۵٫۲۵	۱٫۰۳
۱۴ × ۵½	۴۰	٫۳۷	٫۶۲۷	۱۱٫۷۷	۳۷۷٫۱	۱۳٫۷۹	۵۳٫۸۷	۵٫۳۷۷	۵٫۶۶	۱٫۱۲
۱۵ × ۶	۴۵	٫۳۸	٫۶۵۵	۱۳٫۲۴	۴۹۱٫۹	۱۹٫۸۷	۶۵٫۵۹	۶٫۶۲۴	۶٫۱۰	۱٫۲۳
۱۶ × ۶	۵۰	٫۴۰	٫۷۲۶	۱۴٫۷۱	۶۱۸٫۱	۲۲٫۴۷	۷۷٫۲۶	۷٫۴۸۹	۶٫۴۸	۱٫۲۴

۶×۱۸	۵۵	٫۴۲	٫۷۵۷	۱۶٫۱۸	۸۴۱٫۸	۲۳٫۶۴	۹۳٫۵۳	۷٫۸۷۸	۷٫۲۱	۱٫۲۱
۶½×۲۰	۶۵	٫۴۵	٫۸۳۰	۱۹٫۱۲	۱۲۲۶٫۰	۳۲٫۵۶	۱۲۲٫۶	۱۰٫۰۲	۸٫۰۱	۱٫۳۱
۷×۲۲	۷۵	٫۵۰	٫۸۳۴	۲۲٫۰۶	۱۶۷۷٫۰	۴۱٫۰۷	۱۵۲٫۴	۱۱٫۷۳	۸٫۷۲	۱٫۳۶
۷½×۲۴	۹۰	٫۵۲	٫۹۸۴	۲۶٫۴۷	۲۴۴۳٫۰	۶۰٫۴۴	۲۰۳٫۶	۱۶٫۱	۹٫۶۱	۱٫۵۱
ب۔ بھاری شہتیر اور کھم										
۸×۱۸	۸۰	٫۵۰	٫۹۵۰	۲۳٫۵۳	۱۲۹۲	۶۹٫۴۳	۱۴۳٫۶	۱۷٫۳۶	۷٫۴۱	۱٫۷۲
۸×۱۶	۷۵	٫۴۸	٫۹۳۸	۲۲٫۰۶	۹۷۳٫۹	۶۸٫۳۰	۱۲۱٫۷	۱۷٫۰۸	۶٫۶۴	۱٫۷۶
۸×۱۴	۷۰	٫۴۶	٫۹۲۰	۲۰٫۵۹	۷۰۵٫۶	۶۶٫۶۷	۱۰۰٫۸	۱۶٫۶۷	۵٫۸۵	۱٫۸۰

جسامت انچ	وزن فی فٹ پونڈ	موٹائی مد	موٹائی م	رقبہ	معیارِ جمود لالا	معیارِ جمود ماما	تراش کا مقیاس لالا	تراش کا مقیاس ماما	گردشی نصف قطر لالا	گردشی نصف قطر ماما
۱۲×۸	۶۵	٫۴۳	٫۹۰۴	۱۹٫۱۲	۴۸۷٫۸	۶۵٫۱۸	۸۱٫۳۰	۱۶٫۳۰	۵٫۰۵	۱٫۸۵
۱۰×۸	۵۵	۰٫۴۰	٫۷۸۳	۱۶٫۱۸	۲۸۸٫۷	۵۴٫۷۴	۵۷٫۷۴	۱۳٫۶۹	۴٫۲۲	۱٫۸۴
۱۰×۶	۴۰	٫۳۶	٫۷۰۹	۱۱٫۷۷	۲۰۳٫۸	۲۱٫۷۶	۴۰٫۹۶	۷٫۲۵۳	۴٫۱۷	۱٫۳۶
۹×۷	۵۰	٫۴۰	٫۸۲۵	۱۴٫۷۱	۲۰۸٫۱	۴۰٫۱۷	۴۶٫۲۵	۱۱٫۴۸	۳٫۷۶	۱٫۶۵
۸×۶	۳۵	٫۳۵	٫۶۴۸	۱۰٫۳۰	۱۱۵٫۱	۱۹٫۵۴	۲۸٫۷۶	۶٫۵۱۳	۳٫۳۴	۱٫۳۸
۶×۵	۲۵	٫۳۳	٫۵۶۱	۷٫۳۵۱	۴۵٫۱۶	۹٫۸۷۶	۱۵٫۰۵	۲٫۹۵۱	۲٫۴۸	۱٫۱۶
۵×۴½	۲۰	۰٫۲۹	٫۵۱۳	۵٫۸۸۲	۲۵٫۰۳	۶٫۵۹۰	۱۰٫۰۱	۲٫۹۲	۲٫۰۶	۱٫۰۶
۴×۳	۱۰	٫۲۴	٫۳۴۷	۲٫۹۴۰	۷٫۷۸۶	۱٫۳۳۴	۳٫۸۹۳	٫۸۸۴	۱٫۶۳	٫۶۷۲

نئی برطانوی معیاری نالیوں کے خواص

جسامت	وزن	معیاری موٹائیاں		رقبہ	بُعد	معیارِ جمود		تراشی مقیاس		گردشی نصف قطر	
انچ	فٹ پونڈ	ء	م		ف	لالا	ماما	لالا	ماما	لالا	ماما
۳×۱½	۴٫۶۰	٫۲۰	٫۲۸	۱٫۳۵۲	٫۴۷۶	۱٫۸۲۳	٫۲۶۱	۱٫۲۱۵	٫۲۵۵	۱٫۱۶	٫۴۳۹
۴×۲	۷٫۰۹	٫۲۴	٫۳۱	۲٫۰۸۵	٫۵۹۹	۵٫۰۶۳	٫۷۰۳	۲٫۵۳۲	٫۵۰۲	۱٫۵۶	٫۵۸۱
۵×۲½	۱۰٫۴۲	٫۲۵	٫۳۸	۳٫۰۰۶	٫۷۶۳	۱۱٫۸۷	۱٫۶۴۱	۴٫۷۴۹	٫۹۵۰	۱٫۹۹	٫۷۳۹
۶×۳	۱۲٫۴۱	٫۲۵	٫۳۸	۳٫۶۵۰	٫۸۹۰	۲۱٫۳۷	۲٫۸۳۵	۷٫۰۹۰	۱٫۳۳۹	۲٫۴۱	٫۸۸۰
۶×۳½	۱۶٫۴۸	٫۲۸	٫۴۸	۴٫۸۴۸	۱٫۱۴۳	۲۸٫۸۸	۵٫۲۹۳	۹٫۶۲۷	۲٫۲۴۶	۲٫۴۴	۱٫۰۵
۷×۳	۱۴٫۲۲	٫۲۶	٫۴۲	۴٫۱۸۲	٫۸۷۵	۳۲٫۷۵	۳٫۲۵۵	۹٫۳۵۷	۱٫۵۳۱	۲٫۸۰	٫۸۸۲
۷×۳½	۱۸٫۲۸	٫۳۰	٫۵۰	۵٫۳۷۶	۱٫۰۹۲	۴۲٫۸۳	۵٫۸۳۴	۱۲٫۲۴	۲٫۴۲۳	۲٫۸۳	۱٫۰۴
۸×۳	۱۶٫۹۶	٫۲۸	٫۴۴	۴٫۶۹۴	٫۸۳۴	۴۶٫۷۲	۳٫۵۷۸	۱۱٫۶۸	۱٫۶۵۲	۳٫۱۶	٫۸۷۳
۸×۳½	۲۰٫۲۱	٫۳۲	٫۵۲	۵٫۹۴۴	۱٫۰۴۵	۶۰٫۵۷	۶٫۳۷۰	۱۵٫۱۴	۲٫۵۹۵	۳٫۱۹	۱٫۰۴

جسامت اِنچ	وزن فی فٹ پونڈ	معیاری موٹائیاں		رقبہ	بُعد	معیارِ جمود		تراشی مقیاس		گردشی نصف قطر	
		مہ	م		ف	لالا	ماما	لالا	ماما	لالا	ماما
۳×۹	۱۷٫۴۶	٫۳۰	٫۴۴	۵٫۱۳۶	٫۷۸۱	۶۲٫۵۲	۳٫۷۵۲	۱۳٫۸۹	۱٫۶۹۱	۳٫۴۹	٫۸۵۵
$۳\frac{۱}{۲}$×۹	۲۲٫۲۷	٫۳۴	٫۵۴	۶٫۵۴۹	۱٫۰۰۳	۸۲٫۶۲	۶٫۸۹۹	۱۸٫۳۶	۲٫۷۶۳	۳٫۵۵	۱٫۰۳
۳×۱۰	۱۹٫۲۸	٫۳۲	٫۴۵	۵٫۶۷۲	٫۷۴۲	۸۲٫۶۶	۳٫۹۸۳	۱۶٫۵۳	۱٫۷۶۳	۳٫۸۲	٫۸۳۸
$۳\frac{۱}{۲}$×۱۰	۲۴٫۴۶	٫۳۶	٫۵۶	۷٫۱۹۳	٫۹۶۵	۱۰۹٫۵	۷٫۴۲۰	۲۱٫۹۰	۲٫۹۲۷	۳٫۹۰	۱٫۰۲
$۳\frac{۱}{۲}$×۱۲ ہلکا	۲۵٫۲۵	٫۳۵	٫۵۰	۷٫۴۲۶	٫۸۴۹	۱۵۶٫۴	۷٫۰۶۶	۲۶٫۰۷	۲٫۶۶۵	۴٫۵۹	٫۹۷۵
$۳\frac{۱}{۲}$×۱۲ بھاری	۲۹٫۲۳	٫۴۰	٫۶۰	۸٫۵۹۶	٫۹۰۱	۱۸۰٫۳	۸٫۴۳۶	۳۰٫۰۵	۳٫۲۴۵	۴٫۵۸	٫۹۹۱
۴×۱۲	۳۱٫۳۳	٫۴۰	٫۶۰	۹٫۲۱۴	۱٫۰۵۵	۲۰۰٫۱	۱۲٫۱۲	۳۳٫۳۵	۴٫۱۱۶	۴٫۶۶	۱٫۱۵
۴×۱۵	۳۶٫۳۷	٫۴۱	٫۶۲	۱۰٫۷۰	٫۹۶۷	۳۴۹٫۱	۱۳٫۳۴	۴۶٫۵۵	۴٫۳۹۸	۵٫۷۱	۱٫۱۲
۴×۱۸	۴۴٫۳۴	٫۴۸	٫۶۸	۱۳٫۰۴	٫۹۲۰	۵۲۰٫۲	۱۵٫۲۶	۶۱٫۲۰	۴٫۹۵۵	۶٫۳۲	۱٫۰۸

نئے برطانوی معیاری مساوی زاویے

جسامتیں	رقبہ	وزن فی فٹ پونڈ	جا	آ لا لا	تراش کا مقیاس لا لا کے گرد	اقل گردشی نصف قطر
$9 \times 9 \times \frac{9}{16}$	۹٫۸۱۱	۳۳٫۳۶	۲٫۴۲	۷۶٫۱۰	۱۱٫۵۷	۱٫۷۸
$9 \times 9 \times \frac{11}{16}$	۱۱٫۹۰۵	۴۰٫۴۸	۲٫۴۷	۹۱٫۵۴	۱۴٫۰۳	۱٫۷۷
$9 \times 9 \times \frac{13}{16}$	۱۳٫۹۶۸	۴۷٫۴۹	۲٫۵۲	۱۰۶٫۳۵	۱۶٫۴۲	۱٫۷۶
$8 \times 8 \times \frac{1}{2}$	۷٫۷۵۲	۲۶٫۳۶	۲٫۱۵	۴۷٫۴۵	۸٫۱۱	۱٫۵۸
$8 \times 8 \times \frac{5}{8}$	۹٫۶۱۱	۳۲٫۶۸	۲٫۲۰	۵۸٫۲۶	۱۰٫۰۵	۱٫۵۷
$8 \times 8 \times \frac{3}{4}$	۱۱٫۴۳۹	۳۸٫۸۹	۲٫۲۵	۶۸٫۵۸	۱۱٫۹۴	۱٫۵۷
$8 \times 8 \times \frac{7}{8}$	۱۳٫۲۳۶	۴۵٫۰۰	۲٫۳۰	۷۸٫۴۴	۱۳٫۷۷	۱٫۵۶
$8 \times 8 \times \frac{15}{16}$	۱۴٫۱۲۳	۴۸٫۰۲	۲٫۳۳	۸۳٫۲۰	۱۴٫۶۶	۱٫۵۶

جسامتیں	رقبہ	وزن فی فٹ پونڈ	جا	آ لالا	تراشش کا قیاس لالا کے گرد	اقل گردشی نصف قطر
۱×۸×۸	۱۵٫۰۰۲	۵۱٫۰۱	۲٫۳۵	۸۶٫۸۵	۱۵٫۵۵	۱٫۵۶
۳/۸×۶×۶	۴٫۳۵۹	۱۴٫۸۲	۱٫۶۱	۱۴٫۹۵	۳٫۴۰	۱٫۱۸
۱/۲×۶×۶	۵٫۷۵۰	۱۹٫۵۵	۱٫۶۶	۱۹٫۴۸	۴٫۴۹	۱٫۱۸
۵/۸×۶×۶	۷٫۱۰۹	۲۴٫۱۷	۱٫۷۱	۲۳٫۷۳	۵٫۵۴	۱٫۱۷
۳/۴×۶×۶	۸٫۴۳۷	۲۸٫۶۹	۱٫۷۶	۲۷٫۷۴	۶٫۵۴	۱٫۱۷
۷/۸×۶×۶	۹٫۷۳۴	۳۳٫۱۰	۱٫۸۱	۳۱٫۵۱	۷٫۵۱	۱٫۱۶
۱×۶×۶	۱۱٫۰۰۰	۳۷٫۴۰	۱٫۸۵	۳۵٫۰۶	۸٫۴۵	۱٫۱۶
۵/۱۶×۵×۵	۳٫۰۲۹	۱۰٫۳۰	۱٫۳۴	۷٫۴۰	۱٫۹۷	٫۹۹
۳/۸×۵×۵	۳٫۶۱۱	۱۲٫۲۸	۱٫۳۷	۸٫۵۳	۲٫۳۵	٫۹۸
۱/۲×۵×۵	۴٫۷۵۲	۱۶٫۱۶	۱٫۴۲	۱۱٫۰۴	۳٫۰۸	٫۹۸
۵/۸×۵×۵	۵٫۸۶۱	۱۹٫۹۳	۱٫۴۷	۱۳٫۳۷	۳٫۷۸	٫۹۷

۵×۵×$\frac{۳}{۴}$	۶٫۹۳۹	۲۳٫۵۹	۱٫۵۱	۱۵٫۵۴	۴٫۴۶	٫۹۷
۴×۴×$\frac{۵}{۱۶}$	۲٫۴۰۳	۸٫۱۶	۱٫۱۰	۳٫۶۱	۱٫۲۴	٫۷۸
۴×۴×$\frac{۳}{۸}$	۲٫۸۶۰	۹٫۷۲	۱٫۱۲	۴٫۲۶	۱٫۴۸	٫۷۸
۴×۴×$\frac{۱}{۲}$	۳٫۷۵۱	۱۲٫۷۵	۱٫۱۷	۵٫۴۶	۱٫۹۳	٫۷۸
۴×۴×$\frac{۵}{۸}$	۴٫۶۱۰	۱۵٫۶۷	۱٫۲۲	۶٫۵۶	۲٫۳۶	٫۷۷
۳$\frac{۱}{۲}$×۳$\frac{۱}{۲}$×$\frac{۵}{۱۶}$	۲٫۰۹۱	۷٫۱۱	٫۹۷	۲٫۳۸	٫۹۴	٫۶۸
۳$\frac{۱}{۲}$×۳$\frac{۱}{۲}$×$\frac{۳}{۸}$	۲٫۴۸۵	۸٫۴۵	۱٫۰۰	۲٫۸۰	۱٫۱۲	٫۶۸
۳$\frac{۱}{۲}$×۳$\frac{۱}{۲}$×$\frac{۱}{۲}$	۳٫۲۵۱	۱۱٫۰۵	۱٫۰۵	۳٫۵۷	۱٫۴۶	٫۶۸
۳$\frac{۱}{۲}$×۳$\frac{۱}{۲}$×$\frac{۵}{۸}$	۳٫۹۸۵	۱۳٫۵۵	۱٫۰۹	۴٫۲۷	۱٫۷۷	٫۶۸
۳×۳×$\frac{۱}{۴}$	۱٫۴۳۸	۴٫۸۹	٫۸۳	۱٫۲۰	٫۵۵	٫۵۹
۳×۳×$\frac{۵}{۱۶}$	۱٫۷۷۸	۶٫۰۵	٫۸۵	۱٫۴۷	٫۶۸	٫۵۸
۳×۳×$\frac{۳}{۸}$	۲٫۱۱۰	۷٫۱۷	٫۸۸	۱٫۷۲	٫۸۱	٫۵۸
۳×۳×$\frac{۱}{۲}$	۲٫۷۵۰	۹٫۳۵	٫۹۲	۲٫۱۸	۱٫۰۵	٫۵۸

جسامتیں	رقبہ	وزن فی فٹ پونڈ	جا	آ ۷۷	تراش کا مقیاس ۷۷ کے گرد	اقل گردشی نصف قطر
۳ × ۳ × ۵/۸	۳٫۳۶۰	۱۱٫۴۲	٫۹۷	۲٫۵۹	۱٫۲۷	٫۵۸
۲¾ × ۲¾ × ۱/۴	۱٫۳۱۳	۴٫۴۶	٫۷۶	٫۹۱۷	٫۴۶	٫۵۴
۲¾ × ۲¾ × ۳/۸	۱٫۹۲۳	۶٫۵۴	٫۸۱	۱٫۳۰	٫۶۶	٫۵۳
۲¾ × ۲¾ × ۱/۲	۲٫۵۰۱	۸٫۵۰	٫۸۶	۱٫۶۴	٫۸۷	٫۵۳
۲½ × ۲½ × ۱/۴	۱٫۱۸۸	۴٫۰۴	٫۷۰	٫۶۸۰	٫۳۸	٫۴۹
۲½ × ۲½ × ۵/۱۶	۱٫۴۶۵	۴٫۹۸	٫۷۳	٫۸۲۶	٫۴۷	٫۴۸
۲½ × ۲½ × ۳/۸	۱٫۷۳۵	۵٫۹۰	٫۷۵	٫۹۶۲	٫۵۵	٫۴۸
۲½ × ۲½ × ۱/۲	۲٫۲۵۰	۷٫۶۵	٫۸۰	۱٫۲۱	٫۷۱	٫۴۸
۲¼ × ۲¼ × ۱/۴	۱٫۰۶۳	۳٫۶۱	٫۶۴	٫۴۸۸	٫۳۰	٫۴۴
۲¼ × ۲¼ × ۵/۱۶	۱٫۳۰۹	۴٫۴۵	٫۶۷	٫۵۹۱	٫۳۷	٫۴۳
۲¼ × ۲¼ × ۳/۸	۱٫۵۴۷	۵٫۲۶	٫۶۹	٫۶۸۵	٫۴۴	٫۴۳

۲ × ۲ × ۳/۱۶	ء۶۱۵	۲ء۴۳	ء۵۶	ء۲۶۰	ء۱۸	ء۳۹
۲ × ۲ × ۱/۴	ء۹۳۷	۳ء۱۹	ء۵۸	ء۳۳۶	ء۲۳	ء۳۹
۲ × ۲ × ۵/۱۶	۱ء۱۵۲	۳ء۹۲	ء۶۱	ء۴۰۵	ء۲۹	ء۳۸
۲ × ۲ × ۳/۸	۱ء۳۵۹	۴ء۶۲	ء۶۳	ء۴۶۸	ء۳۴	ء۳۸
۱ ۳/۴ × ۱ ۳/۴ × ۳/۱۶	ء۶۲۱	۲ء۱۱	ء۴۹	ء۱۷۱	ء۱۴	ء۳۴
۱ ۳/۴ × ۱ ۳/۴ × ۱/۴	ء۸۱۳	۲ء۷۶	ء۵۲	ء۲۱۹	ء۱۸	ء۳۴
۱ ۳/۴ × ۱ ۳/۴ × ۵/۱۶	ء۹۹۶	۳ء۳۹	ء۵۴	ء۲۶۳	ء۲۲	ء۳۳
۱ ۳/۴ × ۱ ۳/۴ × ۳/۸	۱ء۱۷۲	۳ء۹۸	ء۵۷	ء۳۰۳	ء۲۶	ء۳۲
۱ ۱/۲ × ۱ ۱/۲ × ۳/۱۶	ء۵۲۷	۱ء۷۹	ء۴۳	ء۱۰۵	ء۱۰	ء۲۹
۱ ۱/۲ × ۱ ۱/۲ × ۱/۴	ء۶۸۷	۲ء۳۴	ء۴۶	ء۱۳۴	ء۱۳	ء۲۹
۱ ۱/۴ × ۱ ۱/۴ × ۳/۱۶	ء۴۳۴	۱ء۴۸	ء۳۷	ء۰۵۹	ء۰۷	ء۳۳
۱ ۱/۴ × ۱ ۱/۴ × ۱/۴	ء۵۶۳	۱ء۹۱	ء۴۰	ء۰۷۴	ء۰۹	ء۳۴

نئے برطانوی معیاری نامساوی زاویوں کے خواص

جسامت اور موٹائی	رقبہ	وزن فی فٹ (پونڈ)	ابعاد		معیار جمود		تراشی کا مقیاس		زاویہ ع درجوں میں	اقل گردشی نصف قطر
			ج	ف	لالا	ماما	لالا	ماما		
۱۰×۴×۷/۱۶	۵٫۹۳۴	۲۰٫۱۸	۳٫۷۰	۰٫۷۳	۶۱٫۸۴	۶٫۰۰	۹٫۸۱	۱٫۸۳	۱۰ ۱/۲	۰٫۸۳
〃 〃 ۹/۱۶	۷٫۵۹۹	۲۵٫۶۰	۳٫۷۶	۰٫۷۸	۷۸٫۰۶	۷٫۵۰	۱۲٫۵۰	۲٫۳۳	۱۰	۰٫۸۲
〃 〃 ۱۱/۱۶	۹٫۱۵۳	۳۱٫۱۲	۳٫۸۱	۰٫۸۳	۹۳٫۵۶	۸٫۹۰	۱۵٫۱۲	۲٫۸۱	۱۰	۰٫۸۲
۹×۴×۷/۱۶	۵٫۴۹۶	۱۸٫۶۹	۳٫۲۴	۰٫۷۷	۴۶٫۳۶	۵٫۹۰	۸٫۰۵	۱٫۸۳	۱۲	۰٫۸۴
〃 〃 ۵/۸	۷٫۷۳۵	۲۶٫۳۰	۳٫۳۳	۰٫۸۵	۶۴٫۲۳	۸٫۰۶	۱۱٫۳۳	۲٫۵۶	۱۲	۰٫۸۳
〃 〃 ۱۳/۱۶	۹٫۹۰۳	۳۳٫۶۷	۳٫۴۱	۰٫۹۲	۸۰٫۸۶	۹٫۹۹	۱۴٫۴۶	۳٫۲۵	۱۱ ۱/۲	۰٫۸۳
۸×۶×۱/۲	۶٫۷۵۱	۲۲٫۹۵	۲٫۴۴	۱٫۴۵	۴۳٫۴۷	۲۱٫۰۸	۷٫۸۲	۴٫۶۳	۲۹	۱٫۲۹
〃 〃 ۵/۸	۸٫۳۶۰	۲۸٫۴۲	۲٫۴۹	۱٫۵۰	۵۳٫۲۷	۲۵٫۷۸	۹٫۶۷	۵٫۷۲	۲۹	۱٫۲۸

۸ × ۶ × ۳/۴	۹،۹۳۸	۳۳،۷۹	۲،۵۴	۱،۵۵	۶۲،۶۰	۳۰،۱۴	۱۱،۴۷	۶،۷۷	۲۸ ۱/۴	۱،۲۸
" " ۱	۱۳،۰۰۱	۴۴،۲۰	۲،۶۴	۱،۶۴	۷۹،۹۷	۳۸،۲۱	۱۳،۹۱	۸،۷۷	۲۸ ۱/۴	۱،۲۷
۸ × ۴ × ۷/۱۶	۵،۰۵۸	۱۷،۲۰	۲،۸۰	،۸۲	۳۳،۵۷	۵،۷۸	۶،۴۶	۱،۸۲	۱۵	،۸۶
" " ۵/۸	۷،۱۰۹	۲۴،۱۷	۲،۸۸	،۹۰	۴۶،۳۷	۷،۸۷	۹،۰۶	۲،۵۴	۱۴ ۱/۴	،۸۵
" " ۳/۴	۸،۴۳۷	۲۸،۴۹	۲،۹۳	،۹۴	۵۴،۳۶	۹،۱۴	۱۰،۷۳	۲،۹۹	۱۴ ۱/۴	،۸۴
۷ × ۳ ۱/۲ × ۳/۸	۳،۷۹۷	۱۲،۹۱	۲،۴۴	،۷۱	۱۹،۲۸	۳،۳۱	۴،۲۳	۱،۱۹	۱۵	،۷۵
" " ۱/۲	۵،۰۰۰	۱۷،۰۰	۲،۵۰	،۷۶	۲۵،۰۷	۴،۲۷	۵،۵۷	۱،۵۶	۱۳ ۱/۲	،۷۴
" " ۵/۸	۶،۱۷۲	۲۰،۹۸	۲،۵۵	،۸۱	۳۰،۵۳	۵،۱۴	۶،۸۶	۱،۹۱	۱۴ ۱/۴	،۷۴
" " ۳/۴	۷،۳۱۳	۲۴،۸۶	۲،۶۰	،۸۶	۳۵،۶۶	۵،۹۴	۸،۱۱	۲،۲۵	۱۴	،۷۳
۶ × ۴ × ۳/۸	۳،۶۱۱	۱۲،۲۸	۱،۹۱	،۹۲	۱۳،۲۱	۴،۷۴	۳،۲۳	۱،۵۴	۲۳ ۱/۴	،۸۷
" " ۱/۲	۴،۷۵۲	۱۶،۱۶	۱،۹۷	،۹۷	۱۷،۱۴	۶،۱۱	۴،۲۵	۲،۰۲	۲۳ ۱/۴	،۸۶
" " ۵/۸	۵،۸۶۱	۱۹،۹۳	۲،۰۲	۱،۰۲	۲۰،۸۲	۷،۳۷	۵،۲۳	۲،۴۸	۲۳ ۱/۴	،۸۶

جسامت اور موٹائی	رقبہ	وزن فی فٹ (پونڈ)	ابعاد ج	ابعاد ف	میار جمود لا لا	میار جمود ماما	تراشش کا مقیاس لا لا	تراشش کا مقیاس ماما	زاویہ عہ درجوں میں	اقل گردشی نصف قطر
۶ × ۴ × ۳/۴	۶٫۹۳۹	۲۳٫۵۹	۲٫۰۶	۱٫۰۷	۲۴٫۲۶	۸٫۵۳	۶٫۱۶	۲٫۹۱	۲۳	۰٫۸۵
۶ × ۳½ × ۳/۸	۳٫۴۲۲	۱۱٫۶۳	۲٫۰۱	۰٫۷۷	۱۲٫۶۲	۳٫۲۱	۳٫۱۶	۱٫۱۸	۱۹	۰٫۷۶
″ ″ ۱/۲	۴٫۵۰۰	۱۵٫۳۰	۲٫۰۶	۰٫۸۲	۱۶٫۳۶	۴٫۱۳	۴٫۱۵	۱٫۵۴	۱۹	۰٫۷۵
″ ″ ۵/۸	۵٫۵۴۷	۱۸٫۸۶	۲٫۱۱	۰٫۸۷	۱۹٫۸۵	۴٫۹۶	۵٫۱۱	۲٫۸۹	۱۸½	۰٫۷۵
″ ″ ۳/۴	۶٫۵۶۲	۲۲٫۳۱	۲٫۱۶	۰٫۹۲	۲۳٫۱۱	۵٫۷۳	۶٫۰۲	۲٫۲۲	۱۸½	۰٫۷۴
۶ × ۳ × ۵/۱۶	۲٫۷۱۶	۹٫۲۳	۲٫۰۹	۰٫۶۱	۱۰٫۱۳	۱٫۷۴	۲٫۵۹	۰٫۶۳	۱۵	۰٫۶۴
″ ″ ۳/۸	۳٫۲۳۶	۱۱٫۰۰	۲٫۱۲	۰٫۶۳	۱۱٫۹۹	۲٫۰۵	۳٫۰۹	۰٫۸۶	۱۴½	۰٫۶۴
″ ″ ۱/۲	۴٫۲۵۱	۱۴٫۴۵	۲٫۱۷	۰٫۶۸	۱۵٫۵۱	۲٫۶۲	۴٫۰۵	۱٫۱۳	۱۴½	۰٫۶۳
″ ″ ۵/۸	۵٫۲۳۶	۱۷٫۸۰	۲٫۲۲	۰٫۷۳	۱۸٫۸۰	۳٫۱۴	۴٫۹۸	۱٫۳۸	۱۴	۰٫۶۳
۵ × ۴ × ۵/۱۶	۲٫۷۱۶	۹٫۲۳	۱٫۴۸	۰٫۹۹	۶٫۷۴	۳٫۸۴	۱٫۹۱	۱٫۲۶	۳۲	۰٫۸۵

۳/۸ × ۴ × ۵	۳٫۲۳۶	۱۱٫۰۰	۱٫۵۱	۱٫۰۱	۷٫۹۷	۴٫۵۳	۲٫۲۸	۱٫۵۲	۳۲	٫۸۵
۱/۲ 〃 〃	۴٫۲۵۱	۱۴٫۴۵	۱٫۵۶	۱٫۰۶	۱۰٫۲۹	۵٫۸۳	۲٫۹۹	۱٫۹۸	۳۲	٫۸۳
۵/۸ 〃 〃	۵٫۲۳۶	۱۷٫۸۰	۱٫۶۱	۱٫۱۱	۱۲٫۲۴	۷٫۰۲	۳٫۶۷	۲٫۴۳	۳۱ ۱/۲	٫۸۳
۵/۱۶ × ۳ ۱/۲ × ۵	۲٫۵۶۱	۸٫۷۱	۱٫۵۶	٫۸۲	۶٫۴۶	۲٫۶۲	۱٫۸۸	٫۹۸	۲۶	٫۸۶
۳/۸ 〃 〃	۳٫۰۴۹	۱۰٫۳۷	۱٫۵۹	٫۸۵	۷٫۶۳	۳٫۰۹	۲٫۲۴	۱٫۱۶	۲۵	٫۷۵
۱/۲ 〃 〃	۴٫۰۰۲	۱۳٫۶۱	۱٫۶۴	٫۹۰	۹٫۸۴	۳٫۹۵	۲٫۹۳	۱٫۵۲	۲۵ ۱/۲	٫۷۵
۵/۸ 〃 〃	۴٫۹۲۴	۱۶٫۷۴	۱٫۶۹	٫۹۴	۱۱٫۸۹	۴٫۷۴	۳٫۵۹	۱٫۸۶	۲۵	٫۷۴
۵/۱۶ × ۳ × ۵	۲٫۴۰۳	۸٫۱۷	۱٫۴۶	٫۶۷	۶٫۱۴	۱٫۶۸	۱٫۸۳	٫۷۲	۲۰	٫۶۵
۳/۸ 〃 〃	۲٫۸۶۰	۹٫۷۲	۱٫۴۸	٫۶۹	۷٫۲۵	۱٫۹۷	۲٫۱۸	٫۸۵	۱۹ ۱/۲	٫۶۵
۱/۲ 〃 〃	۳٫۷۵۱	۱۲٫۷۵	۱٫۵۳	٫۷۴	۹٫۳۳	۲٫۵۱	۲٫۸۶	۱٫۱۱	۱۹ ۱/۲	٫۶۴
۵/۸ 〃 〃	۴٫۶۱۰	۱۵٫۶۷	۱٫۵۸	٫۷۹	۱۱٫۲۵	۳٫۰۰	۳٫۵۰	۱٫۳۶	۱۹	٫۶۴
۳/۸ × ۳ ۱/۲ × ۴	۲٫۶۷۳	۹٫۰۹	۱٫۱۹	٫۹۴	۴٫۰۹	۲٫۹۱	۱٫۴۵	۱٫۱۴	۳۶	٫۷۲

جسامت اور موٹائی	رقبہ	وزن فی فٹ (پونڈ)	ابعاد		معیار جمود		تراشش کا میقاس		زاویہ عہ درجوں میں	اقل گردشی نصف قطر
			ج	ف	لالا	ماما	لالا	ماما		
۴ × ۳½ × ½	۳٫۵۰۲	۱۱٫۹۱	۱٫۲۴	٫۹۹	۵٫۲۴	۳٫۶۲	۱٫۹۰	۱٫۴۸	۳۶	٫۶۱
″ ″ ⅝	۴٫۲۹۸	۱۴٫۶۱	۱٫۲۹	۱٫۰۴	۶٫۲۸	۴٫۴۵	۲٫۳۱	۱٫۸۱	۳۶½	٫۶۱
۴ × ۳ × $\frac{5}{16}$	۲٫۰۹۱	۷٫۱۱	۱٫۲۴	٫۷۵	۳٫۳۰	۱٫۵۹	۱٫۲۰	٫۷۱	۲۸½	٫۶۴
″ ″ ⅜	۲٫۴۸۵	۸٫۴۵	۱٫۲۷	٫۷۷	۳٫۸۹	۱٫۸۷	۱٫۴۲	٫۸۴	۲۸½	٫۶۴
″ ″ ½	۳٫۲۵۱	۱۱٫۰۵	۱٫۳۲	٫۸۲	۴٫۹۷	۲٫۳۷	۱٫۸۵	۱٫۰۹	۲۸½	٫۶۳
″ ″ ⅝	۳٫۹۸۵	۱۳٫۵۵	۱٫۳۶	٫۸۷	۵٫۹۶	۲٫۸۳	۲٫۲۶	۱٫۳۲	۲۸	٫۶۳
۳½ × ۳ × ¼	۱٫۵۶۴	۵٫۳۲	۱٫۰۱	٫۷۷	۱٫۸۶	۱٫۲۶	٫۶۵	٫۵۶	۳۶	٫۶۲
″ ″ $\frac{5}{16}$	۱٫۹۳۵	۶٫۵۸	۱٫۰۴	٫۷۹	۲٫۲۷	۱٫۵۴	٫۹۲	٫۶۰	۳۵½	٫۶۲
″ ″ ⅜	۲٫۲۹۸	۷٫۸۱	۱٫۰۷	٫۸۲	۲٫۶۷	۱٫۸۰	۱٫۱۰	٫۸۳	۳۵½	٫۶۲
″ ″ ½	۳٫۰۰۱	۱۰٫۲۰	۱٫۱۲	٫۸۶	۳٫۴۰	۲٫۲۸	۱٫۴۳	۱٫۰۷	۳۵½	٫۶۱

$\frac{۵}{۸}$ × ۳ × ۳$\frac{۱}{۲}$	۳٫۶۷۳	۱۲٫۴۹	۱٫۱۶	٫۹۱	۴٫۰۶	۲٫۷۲	۱٫۷۳	۱٫۳۰	۳۵	٫۶۱
$\frac{۱}{۴}$ × ۲$\frac{۱}{۲}$ × ۳$\frac{۱}{۲}$	۱٫۴۳۸	۴٫۸۹	۱٫۰۹	٫۶۰	۱٫۷۵	٫۷۴۵	٫۷۳	٫۳۹	۲۶$\frac{۱}{۲}$	٫۵۴
$\frac{۵}{۱۶}$ 〃 〃	۱٫۷۷۸	۶٫۰۵	۱٫۱۲	٫۶۳	۲٫۱۴	٫۹۰۰	٫۹۰	٫۴۸	۲۶$\frac{۱}{۲}$	٫۵۳
$\frac{۳}{۸}$ 〃 〃	۲٫۱۱۰	۷٫۱۷	۱٫۱۵	٫۶۵	۲٫۵۱	۱٫۰۶	۱٫۰۷	٫۵۷	۲۶	٫۵۳
$\frac{۱}{۲}$ 〃 〃	۲٫۷۵۰	۹٫۳۵	۱٫۱۹	٫۷۰	۳٫۱۹	۱٫۳۳	۱٫۳۹	٫۷۴	۲۶	٫۵۳
$\frac{۱}{۴}$ × ۲$\frac{۱}{۲}$ × ۳	۱٫۳۱۳	۴٫۴۶	٫۸۹	٫۶۵	۱٫۱۴	٫۷۱۶	٫۵۴	٫۳۹	۲۴	٫۵۲
$\frac{۵}{۱۶}$ 〃 〃	۱٫۶۲۲	۵٫۵۱	٫۹۲	٫۶۷	۱٫۳۹	٫۸۷۱	٫۶۷	٫۴۸	۲۴	٫۵۲
$\frac{۳}{۸}$ 〃 〃	۱٫۹۲۳	۶٫۵۴	٫۹۴	٫۷۰	۱٫۶۲	۱٫۰۲	٫۷۹	٫۵۶	۲۴	٫۵۲
$\frac{۱}{۲}$ 〃 〃	۲٫۵۰۱	۸٫۵۰	٫۹۹	٫۷۴	۲٫۰۵	۱٫۲۸	۱٫۰۲	٫۷۳	۲۳$\frac{۱}{۲}$	٫۵۲
$\frac{۱}{۴}$ × ۲ × ۳	۱٫۱۸۸	۴٫۰۴	٫۹۸	٫۴۸	۱٫۰۶	٫۳۷۵	٫۵۲	٫۲۵	۲۳$\frac{۱}{۲}$	٫۴۳
$\frac{۵}{۱۶}$ 〃 〃	۱٫۴۶۵	۴٫۹۸	۱٫۰۰	٫۵۱	۱٫۲۹	٫۴۵۴	٫۶۵	٫۳۰	۲۳	٫۴۳
$\frac{۳}{۸}$ 〃 〃	۱٫۷۳۵	۵٫۹۰	۱٫۰۳	٫۵۳	۱٫۵۰	٫۵۲۶	٫۷۶	٫۳۶	۲۳	٫۴۲
$\frac{۱}{۲}$ 〃 〃	۲٫۲۵۰	۷٫۶۵	۱٫۰۸	٫۵۸	۱٫۹۰	٫۶۵۷	٫۹۸	٫۴۶	۲۲$\frac{۱}{۲}$	٫۴۲

جسامت اور موٹائی	رقبہ	وزن فی فٹ پونڈ	ابعاد ج	ابعاد ف	معیار جمود لالا	معیار جمود ماما	تراش کا مقیاس لالا	تراش کا مقیاس ماما	زاویہ عہ درجوں میں	اقل گردشی نصف قطر
$2\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$	۱٫۰۶۳	۳٫۶۱	٫۷۷	٫۵۳	٫۶۳۵	٫۳۵۸	٫۳۷	٫۲۴	۳۲	٫۴۲
$2\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{5}{16}$	۱٫۳۰۹	۴٫۴۵	٫۸۰	٫۵۵	٫۷۷۰	٫۴۳۳	٫۴۵	٫۳۰	$31\frac{1}{2}$	٫۴۲
$\frac{3}{8}$ ״ ״	۱٫۵۴۷	۵٫۲۶	٫۸۲	٫۵۷	٫۸۹۴	٫۵۰۱	٫۵۳	٫۳۵	$31\frac{1}{2}$	٫۴۱
$2 \times 1\frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$	٫۷۱۵	۲٫۴۳	٫۸۳	٫۳۴	٫۴۴۶	٫۱۲۰	٫۲۷	٫۱۰	$19\frac{1}{2}$	٫۳۲
$\frac{5}{16}$ ״ ״	۱٫۱۵۲	۳٫۹۲	٫۸۹	٫۳۹	٫۶۹۷	۱٫۸۴	٫۴۳	٫۱۷	۱۹	٫۳۲
$\frac{3}{8}$ ״ ״	۱٫۳۵۹	۴٫۶۲	٫۹۱	٫۴۲	٫۸۰۸	٫۲۱۲	٫۵۱	٫۲۰	۱۹	٫۳۱
$2 \times 1\frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$	٫۶۲۱	۲٫۱۱	٫۶۳	٫۳۸	٫۲۳۹	٫۱۱۴	٫۱۷	٫۱۰	$28\frac{1}{2}$	٫۳۲
$\frac{1}{4}$ ״ ״	٫۸۱۳	۲٫۷۶	٫۶۵	٫۴۱	٫۳۰۷	٫۱۴۵	٫۲۳	٫۱۳	۲۸	٫۳۱
$\frac{5}{16}$ ״ ״	٫۹۹۶	۳٫۳۹	٫۶۸	٫۴۳	٫۳۶۸	٫۱۷۴	٫۲۸	٫۱۶	۲۸	٫۳۱
$\frac{3}{8}$ ״ ״	۱٫۱۷۲	۳٫۹۸	٫۷۰	٫۴۵	٫۴۲۵	٫۲۰۰	٫۳۳	٫۱۹	۲۸	٫۳۱

نئی برطانوی T تراشوں کے خواص

جسامت	رقبہ	وزن فی فٹ پونڈ	جا	معیارِ جمود		تراش کا مقیاس		گردشی نصف قطر	
				لالا	ماما	لالا	ماما	لالا	ماما
۶ × ۶ × ½	۵٫۷۷۲	۱۹٫۶۲	۱٫۶۳۰	۱۹٫۰۴۳	۸٫۵۵۶	۴٫۳۵۶	۴٫۸۵۲	۱٫۸۱۶	۱٫۲۱۸
۶ × ۶ × ⅝	۷٫۱۲۶	۲۴٫۲۳	۱٫۶۸۷	۲۳٫۳۰۹	۱۰٫۸۶۶	۵٫۴۰۴	۳٫۶۲۲	۱٫۸۰۹	۱٫۲۳۵
۶ × ۴ × ½	۴٫۷۷۲	۱۶٫۲۲	٫۹۶۸	۶٫۰۷۰	۸٫۶۴۲	۲٫۰۰۲	۲٫۸۸۱	۱٫۱۲۸	۱٫۳۴۶
۶ × ۴ × ⅝	۵٫۸۷۸	۱۹٫۹۹	۱٫۰۱۸	۷٫۳۳۱	۱۰٫۹۳۲	۲٫۴۵۹	۳٫۶۴۴	۱٫۱۱۷۰	۱٫۳۶۴
۵ × ۴ × ½	۴٫۲۶۶	۱۴٫۵۰	۱٫۰۵۲	۵٫۷۷۳	۵٫۰۲۴	۱٫۹۵۸	۲٫۰۰۹	۱٫۱۶۳	۱٫۰۸۵
۵ × ۴ × ⅝	۵٫۲۴۸	۱۷٫۸۴	۱٫۱۰۲	۶٫۹۶۳	۶٫۳۶۳	۲٫۴۰۳	۲٫۵۴۵	۱٫۱۵۲	۱٫۱۰۱

جسامت	رقبہ	وزن فی فٹ پونڈ	جا	معیارِ جود λλ	معیارِ جود ماما	تراشش کا مقیاس λλ	تراشش کا مقیاس ماما	گروشی نصف قطر λλ	گروشی نصف قطر ماما
۵ × ۳ × $\frac{۳}{۸}$	٢٫٨٧٨	٩٫٧٩	٫٦٩١	١٫٩٧٣	٣٫٧١٦	٫٨٥٥	١٫٣٨٧	٫٨٣٨	١٫١٣٦
= = $\frac{۱}{۲}$	٣٫٧٦٦	١٢٫٨٠	٫٦٣١	٢٫٥١٥	٥٫٠٣٧	١٫١١٣	٢٫٠١٥	٫٨١٧	١٫١٥٧
۴ × ۳ × $\frac{۳}{۸}$	٢٫٣٩٨	٨٫٤٩	٫٧٦٧	١٫٨٦٠	١٫٩١١	٫٨٣٣	٫٩٥٦	٫٨٦٣	٫٨٧٥
= = $\frac{۱}{۲}$	٣٫٢٦٢	١١٫٠٩	٫٨١٦	٢٫٣٦٦	٢٫٥٩٥	١٫٠٨٣	١٫٢٩٨	٫٨٥٢	٫٨٩٢
۳ × ۳ × $\frac{۵}{۱۶}$	١٫٦٨٦	٦٫٠٧	٫٨٤٢	١٫٤٥٥	٫٦٦٦	٫٦٧٤	٫٤٤٤	٫٩٠٣	٫٦١١
= = $\frac{۳}{۸}$	٢٫١١٩	٧٫٢٠	٫٨٦٩	١٫٧٠٨	٫٨١٣	٫٨٠١	٫٥٤٢	٫٨٩٨	٫٦١٩
= = $\frac{۷}{۱۶}$	٢٫٤٤٠	٨٫٣٠	٫٨٩٤	١٫٩٤٢	٫٩٥٩	٫٩٣٢	٫٦٤٠	٫٨٩٢	٫٦٢٦
۲$\frac{۱}{۲}$ × ۲$\frac{۱}{۲}$ × $\frac{۱}{۴}$	١٫١٩٧	٤٫٠٧	٫٦٩٧	٫٦٦٨	٫٣٠٥	٫٣٧٦	٫٢٤٤	٫٦٥٢	٫٥٠٤

$\frac{۵}{۲۴} \times ۲\frac{۱}{۲} \times ۲\frac{۱}{۲}$	۱٫۴۷۱	۵٫۰۰	٫۷۲۴	٫۸۲۲	٫۳۸۸	٫۴۶۳	٫۳۱۱	٫۷۴۸	٫۵۱۲
$\frac{۳}{۸}$ 〃 〃 〃	۱٫۷۴۲	۵٫۹۲	٫۷۴۹	٫۹۵۹	٫۴۷۵	٫۵۴۸	٫۳۸۰	٫۷۴۲	٫۵۲۲
$\frac{۱}{۴} \times ۲ \times ۲$	٫۹۴۵	۳٫۲۱	٫۵۷۹	٫۳۳۷	٫۱۵۷	٫۲۳۷	٫۱۵۷	٫۵۹۷	٫۴۰۸
$\frac{۵}{۱۶}$ 〃 〃 〃	۱٫۱۵۸	۳٫۹۴	٫۶۰۴	٫۴۰۶	٫۲۰۱	٫۲۹۱	٫۲۰۱	٫۵۹۲	٫۴۱۷
$\frac{۳}{۸}$ 〃 〃 〃	۱٫۳۶۶	۴٫۶۴	٫۶۲۸	٫۳۶۹	٫۲۳۶	٫۳۳۲	٫۲۴۶	٫۵۸۶	٫۴۲۵
$\frac{۳}{۱۶} \times ۱\frac{۱}{۲} \times ۱\frac{۱}{۲}$	٫۵۳۳	۱٫۸۱	٫۲۳۴	٫۱۰۶	٫۰۴۸	٫۱۰۰	٫۰۶۵	٫۴۴۷	٫۳۰۲
$\frac{۱}{۴} \times ۱\frac{۱}{۲} \times ۱\frac{۱}{۲}$	٫۶۹۳	۲٫۳۹	٫۴۵۹	٫۱۳۵	٫۰۶۷	٫۱۳۰	٫۰۹۰	٫۴۴۲	٫۳۱۲

مشقیں

[طلبہ یہ مشقیں اُن مثالوں کے علاوہ حل کریں جو کہ کتاب کے متن میں حل کی گئی ہیں۔ بعض صورتوں میں خاص کر متکافی شکلوں کے لیے متن میں اتنی مثالیں حل کی گئی ہیں کہ یہاں اُن کے متعلق کوئی سوال درج کرنے کی ضرورت نہیں سمجھی گئی۔]

۱۔ ایک چھت کے ڈھانچے میں ایک بندھن سلاخ کو ۴۰ ٹن کا ایک مجموعی تناؤ برداشت کرنا ہے۔ اگر مادے میں زور کو ۵ ٹن فی مربع انچ تک محدود رکھنا ہو تو ایک موزوں قطر معلوم کرو۔

جواب $3\frac{1}{4}$ انچ قطر

۲۔ نرم فولاد کی جزی مضبوطی ۲۰ ٹن فی مربع انچ لے کر معلوم کرو کہ ایک $\frac{5}{8}$ انچ تختی میں $\frac{3}{4}$ انچ سوراخ کرنے کے لیے کتنی قوت درکار ہوگی۔ نیز شُنبہ میں زور معلوم کرو۔

جواب ۲۹٫۴۴ ٹن، ۶۶٫۷ ٹن فی مربع انچ

۳۔ نرم فولاد کی ایک سلاخ جس کا قطر $\frac{3}{4}$ انچ اور طول ۱۰ انچ ہے ۵ ٹن کے

بوجھ کے اثر سے ٫۰۰۸۱۶ انچ کے بقدر کھنچتی ہے۔ ینگ کا مقیاس (ے) پونڈ فی مربع انچ میں معلوم کرو۔

جواب ۳۱ × ۱۰^۶ پونڈ فی مربع انچ

۴۔ اگر بٹواں لوہے کے لیے ے = ۲۹ × ۱۰^۶ پونڈ فی مربع انچ تو ایک ستون کے طول میں جس کی بلندی ۲۰ فٹ اور تراشی رقبہ ۱۲ مربع انچ ہو ۳۶ ٹن کے بوجھ کے تحت کیا کمی ہوگی۔

جواب ٫۰۵۵۶ انچ

۵۔ ایک ۵۰ فٹ طول اور ٫۱ انچ قطر کے لوہے کے تار سے کتنے پونڈ کا بوجھ لٹکایا جائے کہ اس میں ۱/۵۰۰ انچ کا تطول پیدا ہو۔

جواب ٫۷۶ پونڈ

۶۔ نرم فولاد کی جوشارہ تختی کے ایک نمونے کے حسب ذیل امتحان کے لیے زور فساد کا نقشہ کھینچو:-

بوجھ (پونڈ)	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۶۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۴۰۰۰	۲۸۰۰۰
تطول (انچ)	٫۰۰۹	٫۰۲۰	٫۰۳۳	٫۰۴۴	٫۰۵۶	٫۰۷۰	٫۰۸۲
بوجھ (پونڈ)	۳۰۰۰۰	۳۴۰۰۰	۳۶۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۴۰۰۰	۴۸۰۰۰	۵۲۰۰۰
تطول (انچ)	٫۰۱۰۳	٫۰۱۶	٫۰۷	٫۱۹	٫۳۰	٫۴۷	٫۷۵
بوجھ (پونڈ)	۵۶۰۰۰	۵۹۷۸۰	۵۴۹۰۰				
تطول (انچ)	۱٫۳	۲٫۵	۲٫۹				

پیمانے:
بوجھ — اَ = ۱۰۰۰۰ پونڈ
تطول — نقطۂ مغلوبیت تک اصلی کا ۵۰۰ گنا۔
نقطۂ مغلوبیت کے بعد = ۴ گنا

ابتدائی ابعاد طول = ۱۰ انچ، عرض = ۱۰۰۵۳ء۱ انچ، موٹائی = ۶۴ء انچ
آخری " " = ۹ء۱۲ انچ " = ۲۴۲ء۱ انچ، " = ۴۸۲ء انچ
لچک کی حد کا زور، اعظم زور، ینگ کا مقیاس اور فیصدی تطول اور رقبے کا سکڑاؤ معلوم کرو۔

۷۔ ایک تختی دار گرڈر میں پیٹے کی انتصابی تراش کے علی القوائم زور کی اعظم حدت ۵ ٹن فی مربع انچ ہے اور جزی زور کی حدت ۲ ٹن فی مربع انچ ہے۔ اس نقطے پر صدر زوروں کے مستوی اور حدتیں معلوم کرو (اے، ایم، آئی، سی، ای)

جواب ۹ ۲۰° اور ۰° ۹۰ انتصابی سے ۵ء۵ اور ۷ء ٹن فی مربع انچ۔

۸۔ ایک پٹواں لوہے کی لچک کی حد ۲۰۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ پائی گئی اور فساد اس وقت ۰۰۰۶ء تھا۔ مادے کی بازگشتگی کیا تھی؟ (اے، ایم، آئی، سی، ای)

جواب: ۶ انچ پونڈ

۹۔ دو سلاخیں، ایک تانبے کی اور دوسری فولاد کی، بالائی سروں پر ایک دوسرے سے ۲۴ انچ کے فاصلے پر ثابت ہیں اور انتصاباً لٹکتی ہیں۔ ان کے نچلے سروں کو ایک افقی آڑی تختی سے جوڑ دیا گیا ہے اور اس تختی پر ۲۰۰۰ پونڈ کا ایک بوجھ رکھنا ہے۔ اگر ہر ایک سلاخ کا طول ۱۸ انچ، تانبے کی سلاخ کا قطر ۱ انچ اور فولاد کی سلاخ کا $\frac{3}{4}$ انچ ہو تو معلوم کرو کہ بوجھ کہاں رکھا جائے تاکہ تختی افقی رہے۔ سے کی قیمت تانبے کے لیے 16×10^6 پونڈ فی مربع انچ، فولاد کے لیے 29×10^6 پونڈ فی مربع انچ۔ (بی ایس سی لندن)

جواب: فولادی سلاخ سے ۹ء۱۱ انچ

۱۰۔ ۵۶۰ پونڈ کا ایک بوجھ ایک ۱۰ فٹ طول اور ۱ مربع انچ تراش کی انتصابی سلاخ کے نچلے سرے پر ایک روک پر $\frac{1}{2}$ انچ کی بلندی سے گرتا ہے۔ اگر سے = ۱۳۰۰۰ ٹن فی مربع انچ تو سلاخ میں کتنا زور پیدا ہوگا۔

جواب: ۴۵ء۵ ٹن فی مربع انچ

۱۱۔ لوہے کی ایک سلاخ میں ۵۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کی ایک راست کھینچ اور ۲۵۰۰ پونڈ فی مربع انچ کا ایک جزی زور ایک ساتھ عمل کرتے ہیں۔ مادے میں حاصل تنشی زور

کیا ہوگا۔

جواب: ۶۸۰۰ پونڈ فی مربع انچ

۱۲- سوال ۱۱ میں، حاصل تنشی زور کو فساد کے طریقے سے معلوم کرو۔

جواب: ۷۲۵۰ پونڈ فی مربع انچ

۱۳- معلوم کرو کہ اگر سوالات ۱۱ اور ۱۲ میں مادے کی جزی مضبوطی تنشی مضبوطی کی $\frac{2}{3}$ ہو تو کیا حاصل جزی زور حاصل تنشی زور یا فساد سے زیادہ اہم ہے۔

جواب: حاصل جزی زور = ۴۳۰۰ پونڈ فی مربع انچ اتنا اہم نہیں۔

۱۴- ایک $\frac{5}{8}$ انچ فولادی بولٹ پر ۲ر۵ ٹن فی مربع انچ کی جزی قوت عمل کرتی ہے اس پر کتنا تنشی[a] بوجھ لگایا جا سکتا ہے تاکہ صدر زور (مجموعی رقبے کی رو سے)، ٹن فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہو۔

جواب: ۳ر۶۶ ٹن

باب ۲

ایک چھت قینچی کے ایک بندھن میں صرف مردہ بوجھ کی وجہ سے ۳۰ر۵ ٹن کی کھینچ پیدا ہوتی ہے۔ جب ہوا قینچی کے بائیں طرف ہو تو صرف اس کی وجہ سے اس بندھن میں ۵ر۵ ٹن کی کھینچ پیدا ہوتی ہے اور جب دائیں طرف ہو تو ۲ر۱ ٹن کا فشار۔ اگر بندھن نرم فولاد کا ہو تو اس کے لیے موزوں تراشش تجویز کرو۔

جواب: ۳ انچ × $\frac{3}{4}$ انچ چپٹی سلاخ

۲-۱۵ کے تنشی مردہ بوجھ اور ۲۰ ٹن کے زندہ بوجھ کے معادل مردہ بوجھ کا تخمینہ کرو۔ اگر فساد کو ۱۰۰۰ کے اندر رکھنا ہے تو مطلوبہ تراشی رقبہ معلوم کرو۔ ہے = ۱۳۵۰۰ ٹن فی مربع انچ۔

جواب: ۵۵ ٹن، ۴ر۰۷ مربع انچ

a – tensile

۳- ایک دوہری لائن کے ریل کے تین گرڈری پل کا موثر فصل ۳۸ فٹ ۶ انچ ہے۔ گرڈروں کے وزن کو، اوپر آنے والے بوجھ کا ۱/۵ مان کر ایک موزوں کامی زور معلوم کرو۔ فرش کا وزن پل کے پورے عرض کا لحاظ رکھ کر، ۷ ہنڈرڈ ویٹ فی طولی فٹ ہے۔ مستقل راستے "وغیرہ" کا وزن ۱۶۰ پونڈ فی طولی فٹ فی لائن ہے اور زندہ بوجھ ۴۰ ہنڈرڈ ویٹ فی طولی فٹ فی لائن ہے۔

جواب ۵ ٹن فی مربع انچ

باب ۳

۱- ایک I شہتیر کی گہرائی ۸ انچ، کوروں کا عرض ۵ انچ، کوروں کی موٹائی ۵۷۵ء انچ اور پیٹے کی موٹائی ۳۵ء انچ ہے۔ مرکزِ ہندسی کے گرد معیارِ جمود معلوم کرو۔

جواب : ۸۸ء۶ انچ اکائیاں

۲- ایک کھم کی تراش دو ۱۱ انچ × ۳½ انچ کی معیاری نالیوں پر مشتمل ہے جو ۶½ کے فاصلے سے پشت بہ پشت رکھی گئی ہیں اور کوروں کو دو ۱۴ انچ × ½ انچ کی تختیاں ریوٹ کی گئی ہیں۔ اقل گردشی نصف قطر معلوم کرو۔

جواب : ۴ء۱۲ انچ

۳- ایک ۷۰ فٹ لمبے گرڈر پر ۲ ٹن فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ ایک سرے سے وسط تک ہے اور ۲۰ ٹن کے دو بوجھ دونوں سروں سے ۲۰ فٹ کے فاصلے پر ہیں۔ سروں کے ردِ عمل معلوم کرو۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)

جواب : ۷۲ء۵، ۳۷ء۵ ٹن

۴- ایک ڈھلے لوہے کے گرڈر کی بالائی کور ۴ انچ × ۱ انچ، نچلی کور ۸ انچ × ½۱ انچ اور پیٹا ۶ انچ × ۱ انچ ہے۔ اس کا معیارِ جمود اور گردشی نصف قطر ایسے محور کے گرد معلوم کرو جو مرکزِ ہندسی میں سے کوروں کے متوازی گزرے۔

جواب: ۱۹۵ انچ^۴، ۲ء۹۸ انچ

۵- ایک نالی دار تراشں کا قاعدہ ۱۰ انچ کا، پہلو ۳ انچ کے، اور

دھات کی موٹائی $\frac{۳}{۴}$ انچ ہے۔ مرکزِ ہندسی کا محل اور معیارِ جمود ایسے خط کے گرد معلوم کرد جو مرکزِ ہندسی میں سے قاعدے کے متوازی گزرے۔

جواب: ۷،۲۶ انچ قاعدے سے ۶،۶۲ انچ

۶۔ ایک ستون دو I شہتیروں پر مشتمل ہے جن میں سے ہر ایک کی گہرائی ۱۰ انچ، کوروں کا عرض ۵ انچ، رقبہ ۸،۸۲ مربع انچ، اور اعظم اور اقل معیارِ جمود ۷،۱۴۵ اور ۹،۷۸ انچ اکائیاں ہیں۔ شہتیروں کے مرکز ۱۰ انچ کے فاصلے پر رکھے گئے ہیں۔ دونوں شہتیروں کی کوروں پر ایک تختی ۱۲ انچ چوڑی نیا جوڑی گئی ہے۔ تختی کی موٹائی معلوم کرو جس سے اعظم اور اقل گردشی نصف قطر مساوی ہوں۔

جواب: $\frac{۷}{۱۶}$ انچ

۷۔ ایک ستون دو ۱۲ × $\frac{۱}{۲}$ ۳ × $\frac{۱}{۲}$ انچ کی نالی دار تراشوں پر مشتمل ہے جن کی کوروں کو دونوں طرف $\frac{۱}{۲}$ انچ تختی ریوٹ کی گئی ہے۔ نالیوں کو کس فاصلہ لا پر رکھا جائے تاکہ معیارِ جمود دونوں محاور تشاکل کے گرد مساوی ہو۔ تختیوں کا عرض لا + $\frac{۱}{۲}$ ، انچ ہے۔

جواب: $\frac{۵}{۸}$ ۹ انچ

۸۔ فصل ل کے ایک شہتیر کے خماؤ کے معیار کا نقشہ مشتمل ہے ایک مثلث پر جس کا ارتفاع $\frac{و ل^۲}{۱۶}$ ہے اور ایک مکافی پر جو دائیں سرے سے مرکز تک ہے اور جس کا ارتفاع $\frac{و ل^۲}{۳۲}$ ہے۔ نقشے کے مرکزِ ہندسی کا محل معلوم کرو۔

جواب: دائیں سرے سے $\frac{۷ ل}{۱۶}$

۹۔ ۱۰ انچ × ۶ انچ کے I شہتیر کے معیارِ جمود اس کے صدر محاور کے ۲۰۵ اور ۸،۲۱ ہیں۔ ایک کھم ۱۰ انچ × ۶ انچ کے I شہتیر کی دونوں کوروں کو ۹ انچ × $\frac{۵}{۸}$ انچ کی ایک تختی ریوٹ کرنے کے بنایا گیا ہے۔ کھم کی تراش کے گردشی نصف قطر معلوم کرو۔ ریوٹوں کے سوراخوں کے لیے کسی منہائی کی ضرورت نہیں۔ ۱۰ انچ × ۶ انچ کے I شہتیر کا رقبہ ۱۲،۳۵ مربع انچ ہے۔

جواب: ۴٫۷۴ انچ اور ۲٫۰۵ انچ

۱۰- ایک تراش ۱۰ انچ × ۸ انچ کے ایک I شہتیر اور اس کے دونوں طرف ۹ انچ × $\frac{5}{8}$ انچ کی ایک تختی پر مشتمل ہے۔ اس تراش کا اقل گردشی نصف قطر معلوم کرو۔ ۱۰ انچ × ۸ انچ کی تراش کا رقبہ ۱۶٫۱۰ مربع انچ اور اقل گردشی نصف قطر ۱٫۸۴ انچ ہے۔

جواب: ۲٫۱۹ انچ

۱۱- ۶ انچ × ۴ انچ × $\frac{1}{2}$ انچ کے ایک زاویہ کے مرکزِ ہندسی میں سے انتصابی محور اور افقی محور کے گرد گردشی نصف قطر محسوب کرو۔ کونوں کی گولائیوں کو نظر انداز کرو۔

جواب: ۱٫۸۹ انچ اور ۱٫۱۵ انچ

۱۲- ایک I تراش کے ابعاد حسب ذیل ہیں۔ اس کے دونوں صدر محوروں کے گرد معیارِ جمود اور تراشی مقیاس محسوب کرو: مجموعی گہرائی ۱۲ انچ، کوروں کا عرض ۶ انچ، ہر ایک کور کی موٹائی $\frac{3}{4}$ انچ، اور پیٹے کی موٹائی $\frac{1}{2}$ انچ۔ تمام زاویوں کو زاویہ قائمہ فرض کرو۔

جواب: ۳۳۲٫۸ انچ^4 اور ۲۷٫۱ انچ^4

۵۵٫۶ انچ^3 اور ۹٫۰۳ انچ^3

۱۳- ایک مرکب حمالہ گرڈر مشتمل ہے ایک ۲۴ انچ × $\frac{1}{2}$ ۷ انچ × ۹۰ پونڈ کے I شہتیر پر جس کی بالائی کور کو ایک ۱۵ انچ × ۴ انچ کی نالی ریوٹ کی گئی ہے جس کی کوریں نیچے کی جانب ہیں۔ I شہتیر کا رقبہ ۲۶٫۴۶ مربع انچ اور لالا اور ماما کے گرد معیارِ جمود علی الترتیب ۲۲۳۴ اور ۶۰٫۴ انچ اکائیاں ہیں۔ نالی کا رقبہ ۱۳٫۰۴ مربع انچ، اور معیارِ جمود ۲۰٫۵ اور ۱۵٫۳ اکائیاں، اور پیٹے کی موٹائی ۱٫۴۱ انچ اور مرکزِ ہندسی کا فاصلہ پیٹے کی بیرونی جانب سے ۹۶٫۷ انچ ہے۔ ریوٹ کے سوراخوں کو نظر انداز کر کے دونوں صدر تراشی مقیاس معلوم کرو۔

جواب: ۱۸۲۲۹٫۱۴ اور ۴٫۷۷ انچ اکائیاں

باب ۴

١۔ ایک چپٹی فولادی بندھن سلاخ کو ٥٠ ٹن کا بوجھ برداشت کرنا ہے۔ اس کے دو طولوں کو ایک دوہرے الصاقی جوڑ سے جوڑا گیا ہے۔ تختی کی موٹائی ٣/٤ انچ ہے۔ ریوٹوں کا قطر اور مطلوبہ تعداد زنجیری اور کیکری دونوں ریوٹ کاریوں کے لیے معلوم کرو۔ دونوں کی استعداد اور کامی مسندی دباؤ بھی معلوم کرو۔ جوڑ کا ایک خاکہ ابعاد دکھا کر کھینچو۔

٢۔ ایک جالی دار گرڈر میں ایک وتری بندھن ١/٢ انچ موٹا ہے اور اس کو ١٥ ١/٢ ٹن کا بوجھ برداشت کرنا ہے۔ ٣/٤ انچہ ریوٹ استعمال کرکے بندھن کا مطلوبہ عرض اور ریوٹوں کی مطلوبہ تعداد (اکہرے جز کے لحاظ سے) معلوم کرو اور جوڑ کا خاکہ کھینچو۔

٣۔ ١ انچ موٹی تختیاں ایک تہرے ریوٹ دار الصاقی جوڑ سے جوڑی گئی ہیں۔ بیرونی قطاروں میں گھائی دوسری قطاروں سے دوگنی ہے اور ق = ١ انچ۔ دوہرے جز میں جزی مزاحمت اکہرے جز سے ١٫٧٥ گنی لے کر مساوی جز اور پھٹاؤ کی مزاحمت کے لیے د معلوم کرو۔ نیز استعداد بھی معلوم کرو۔

جواب: ٦ ٥/٨ انچ - ٥٨٥٪

۴۔ حسب ذیل معطیات کے ساتھ ایک الصاقی جوڑ کے لیے تناؤ اور جز کی مساوی مضبوطیوں کے لیے گھائی محسوب کرو۔ تختیوں کی موٹائی ١ انچ، ریوٹوں کا قطر ١ ١/٤ انچ، جوڑ کے دونوں جانب ریوٹوں کی دو دو قطاریں زج = ٥٤٠٠٠، زت = ٦٥٠٠٠ پونڈ فی مربع انچ۔

جواب ١٥ ٣/٨ انچ

باب ۵

۱۔ ایک برآمدہ بیرم پر جس کا وزن نظر انداز کیا جا سکتا ہے ثابت سرے سے علی الترتیب ۵ فٹ اور ۸ فٹ کے فاصلوں پر ۲ ٹن اور ½ ٹن کے بوجھ رکھے ہوئے ہیں۔ برآمدہ بیرم کا طول ۱۰ فٹ ہے۔ جز اور خماؤ کے معیار کے نقشے کھینچو۔

جواب: اعظم خ۔م = ۱۴ فٹ ٹن، جز = ½ ۲ ٹن

۲۔ ایک کڑی بطور برآمدہ بیرم کے استعمال کی گئی ہے۔ اس کا وزن ۱۸ پونڈ فی فٹ ہے اور یہ ۳۵٫۵۶ انچ ٹن کا اعظم خماؤ کا معیار برداشت کر سکتی ہے۔ معلوم کرو کہ اس کا فصل کتنا بڑا رکھا جا سکتا ہے جس میں یہ برآمدہ بیرم اپنا ذاتی وزن بے خطر برداشت کر سکتا ہے۔

جواب: ۶٫۳۲ فٹ

۳۔ ۱۲ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر بائیں سہارے سے ۵ اور ۸ فٹ کے فاصلوں پر ۳ اور ۴ ٹن کے بوجھ ہیں۔ جز اور خماؤ کے معیار کے منحنی کھینچو۔

جواب: اعظم خ۔م = ۱۵٫۶۶ فٹ ٹن، ردِ عمل ۳٫۹۱ اور ۳٫۰۹ ٹن۔

۴۔ ایک تختی دار گرڈر کی گہرائی = $\frac{1}{12}$ فصل رکھی گئی ہے۔ ایسے گرڈر میں اعظم جائز خماؤ کا معیار فٹ ٹن میں ذیل کے ضابطے سے حاصل ہوتا ہے۔ خ۔م = ۷ × کور کا رقبہ انچوں میں × گہرائی فٹوں میں۔ اس گرڈر کے لیے اپنا ذاتی وزن برداشت کر سکنے کے لیے: (ا) پیٹے کو بالکل نظر انداز کر کے (ب) پیٹے کو ایک کور کا نصف تراشی رقبہ مان کر اعظم فصل معلوم کرو۔ تمام زاویوں، ریوٹوں اور کسنیوں کو نظر انداز کر دو۔ فولاد کا وزن ۴۹۰ پونڈ فی مکعب فٹ لو۔

جواب: (ا) ۱۵۳۶ فٹ (ب) ۱۲۲۹ فٹ

۵۔ ۲۵ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر ½ ٹن فی طولی فٹ کا ایک بوجھ اور بائیں سہارے سے ۴ فٹ کے فاصلے پر ۶ ٹن کا ایک منفرد بوجھ ہے۔ اعظم خماؤ کا معیار معلوم کرو اور جز اور خماؤ کے معیار کے منحنی کھینچو۔

جواب: اعظم خ۔م = ۵۲ء۲ فٹ ٹن

۶۔ ۲۵ فٹ طول کا ایک شہتیر ایک سرے پر لنگر کیا ہوا ہے اور دوسرے سرے سے ۶ فٹ کے فاصلے پر ایک سہارے پر ٹیکا ہوا ہے۔ اس پر ۵ ا ٹن کا ایک بوجھ آزاد سرے پر اور ۵ ہنڈرڈ ویٹ فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ ہے۔ جز اور خماؤ کے معیار کے منحنی کھینچو۔

جواب: اعظم خ۔م = ۵ء۹۴ فٹ ٹن

۷۔ ایک پُل پنتونوں (Pontoons) پر سہارا ہوا ہے جن میں سے ہر ایک کا طول ۲۴ فٹ، تراش یکساں اور وزن ۱۰۰۰ پونڈ یکساں منقسم ہے۔ پُل کے پلیٹ فارم کا وزن پنتونوں (Pontoons) پر ان کے طول کے $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{3}$ اور $\frac{2}{3}$ تا $\frac{3}{4}$ پر سہارا ہوا ہے۔ ان حصوں پر نیچے کی جانب دباؤ ۱۵۰۰ پونڈ فی طولی فٹ ہے۔ جز اور خماؤ کے معیاروں کے منحنی کھینچو۔

جواب: اعظم خ۔م = ۶۰۰۰ فٹ پونڈ

۸۔ ایک شہتیر دو سہاروں پر جو ۱۲ فٹ کے فاصلے پر ہیں اُفقاً رکھا ہوا ہے اور ہر ایک سرے پر ۶ فٹ باہر نکلا ہوا ہے۔ ہر ایک نکلے ہوئے سرے پر ۲ ٹن کا، اور فصل کے مرکز پر ۱ ٹن کا وزن ہے۔ مرکز پر اور سہاروں پر خماؤ کا معیار کیا ہوگا۔ خماؤ کے معیار کا نقشہ کھینچو۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: ۹ فٹ ٹن و ۱۲ فٹ ٹن

۹۔ ایک چوبی شہتیر جو ۲۵ فٹ طول اور ۱۵ انچ مربع ہے سمندر کے پانی میں تیرتا ہے۔ لکڑی کا وزن ۴۰ پونڈ فی مکعب فٹ اور پانی کا وزن ۶۴ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ دو وزن، جو شہتیر کو ڈبونے کے لیے عین کافی ہیں شہتیر پر سروں سے ۷ فٹ کے فاصلوں پر رکھے گئے ہیں۔ خماؤ کے معیار اور جز کے نقشے کھینچو اور اعظم خماؤ کے معیار کی قیمت لکھو۔ وزن سروں سے کس فاصلے پر

رکھے جائیں کہ اعظم خماؤ کا معیار کم سے کم ہو۔ (بی۔ایس سی لندن)۔

جواب: اعظم خ۔م = ۹۱۸ فٹ پونڈ، سروں سے ۷ء۱۵ فٹ

۱۰۔ ۴۰ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر ۲۰ ٹن کا ایک یکساں پھیلا ہوا بوجھ ہے اور دونوں سروں سے ۱۱ فٹ ۳ انچ کے فاصلوں پر ۱۱ ٹن کے بوجھ ہیں اور ان نقطوں سے سروں تک ۵ء۴ ٹن کے بوجھ یکساں پھیلے ہوئے ہیں۔ خماؤ کے معیار کا نقشہ کھینچو۔

جواب: اعظم خ۔م = ۲۵۰ فٹ ٹن تقریباً

۱۱۔ ۲۴ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر ۱۲ ٹن کا بوجھ سارے طول پر یکساں پھیلا ہوا ہے اور ۷ء۹ ٹن کا ایک بوجھ بائیں سہارے سے ۱۴ فٹ تک یکساں پھیلا ہوا ہے۔ اعظم خماؤ کا معیار اور اس کا مقام معلوم کرو۔

جواب: ۷ء۶۹ فٹ ٹن، بائیں سہارے سے ۸ء۱۰ فٹ پر

۱۲۔ ۲۷ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر ۱۶ ٹن کا ایک بوجھ یکساں پھیلا ہوا اور ۴ ٹن کا ایک بوجھ دائیں سہارے سے ۴ فٹ کے فاصلے پر ہے۔ اعظم خماؤ کا معیار اور اس کا مقام معلوم کرو۔

جواب: ۴ء۶۲ فٹ ٹن، بائیں سہارے سے ۵ء۱۴ فٹ پر

۱۳۔ ایک شہتیر ا ب کا طول ۳۰ فٹ ہے اور اُفقی حالت میں ا پر ایک قبضے پر اور ا سے ۲۰ فٹ پر ج پر ایک ستون پر سہارا ہوا ہے۔ شہتیر پر سارے طول پر ۱۰۰۰ پونڈ فی طولی فٹ کا ایک یکساں پھیلا ہوا بوجھ اور آزاد سرے ب پر ۲۰۰۰۰ پونڈ کا ایک بوجھ ہے۔ سہارنے والی قوتیں اور اعظم خماؤ کا معیار معلوم کرو اور خماؤ کے معیار اور جزی قوت کے نقشوں کو پیمانے پر کھینچو۔

جواب: ۵۲۰۰۰ پونڈ، ۲۵۰۰۰- پونڈ، ۲۵۰۰۰۰ فٹ پونڈ

۱۴۔ ۲۶ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر ۱۹ ٹن کا ایک بوجھ یکساں پھیلا ہوا اور ۷ء۸ ٹن کا ایک منفرد بوجھ بائیں سرے سے ۵ فٹ پر ہے۔ جز کا نقشہ کھینچو اور اعظم خماؤ کا معیار معلوم کرو۔

جواب: ۴ء۸۵ فٹ ٹن

باب ۶

۱- ایک ۲۰″ × ½ ۷″ کی کڑی دونوں سروں پر سہاری گئی ہے- اس کا وزن فی فٹ ۸۹ پونڈ اور معیارِ جمود = ۱۶۴۶ انچ^۴- وہ منقسم بوجھ معلوم کرو جو اس کے ۲۵ فٹ فصل میں کور کا اعظم زور ۷ ٹن فی مربع انچ پیدا کرے-

جواب: ۲۹٫۷ ٹن علاوہ ذاتی وزن کے

۲- ایک ۱۲ انچ × ۵ انچ × ۳۲ پونڈ والی کڑی کا معیارِ جمود ۲۲۱ انچ^۴ ہے- ایسی دو کڑیاں بازو بازو رکھی گئی ہیں اور ایک پانی کی ٹانکی کو سہارتی ہیں جس کا وزن خالی حالت میں ۱ ٹن ہے- موثر فصل = ۱۵ فٹ- ٹانکی میں پانی کا وزن کتنا ہوگا جب کہ کڑی کے انتہائی ریشوں میں زور ۶٫۵ ٹن فی مربع انچ ہو-

جواب: ۱۹٫۸ ٹن

۳- دو ۶ × ۳ × ½ کے T پشت بہ پشت رکھے گئے ہیں اور ایک گرڈر کے طور پر استعمال کیے گئے ہیں جس پر ایک حمالہ دوڑتی ہے- یہ جو بے خطر بوجھ برداشت کر سکتے ہیں اس کا مقابلہ اس کڑی سے کرو جس کا فصل، گہرائی، عرض اور دھات کی موٹائی یہی ہو-

جواب: کڑی ۵٫۳۶ گنی مضبوط

۴- ایک ڈھلے لوہے کا شہتیر ۲۰ انچ گہرا، بالائی کور ۴ انچ × ۱ انچ، نچلی کور ۱۶ انچ × ½ ۱ انچ، اور پیٹا ۱ انچ ہے- وہ بے خطر منقسم بوجھ معلوم کرو جو ایسا شہتیر ۲۰ فٹ کے فصل پر بے خطر برداشت کر سکے- بے خطر زور تناؤ میں ۱ ٹن فی مربع انچ اور فشار میں ۴ ٹن فی مربع انچ لو-

جواب: ۱۰٫۶ ٹن خالص، ۱۱٫۹ ٹن مجموعی

۵- ایک بیلیے فولاد کی کڑی ۱۶ انچ گہری جس کی کوریں ۶ انچ چوڑی ۱ انچ موٹی ہیں اور پیٹا ¾ انچ موٹا ہے ۲ ٹن فی طولی فٹ کے ایک یکساں منقسم بوجھ کو برداشت کرنے کے لیے استعمال کی گئی ہے- اگر فصل ۱۲ فٹ ۶ انچ ہو تو

نچلی کور میں اعظم زور کیا ہوگا۔ (اے، ایم، آئی، سی، اِی)۔

جواب: ۴٫۴۲ ٹن فی مربع انچ

۶۔ ایک بندھن سلاخ ۹ انچ چوڑی اور $1\frac{1}{2}$ انچ موٹی اپنی چوڑائی کے مستوی میں موڑی گئی ہے۔ اگر سلاخ پر مجموعی تنفشی بوجھ ۳۰ ٹن ہو اور کھینچ کا مرکزی خط سلاخ کے وسط پر ہندسی محور سے ۳ انچ کے فاصلے سے گزرتا ہو تو سلاخ میں اعظم زور اور اقل زور معلوم کرو۔ (اے، ایم، آئی، سی، اِی)۔

جواب: $6\frac{2}{3}$ ٹن فی مربع انچ تناؤ، اور $2\frac{1}{2}$ ٹن فی مربع انچ فشار۔

۷۔ ذیل کی دو تراشیں ایک شہتیر کے لیے دستیاب ہو سکتی ہیں جس کو ممکنہ حد تک مضبوط بنانا ہے (ا) مدور تراش، ۲ انچ قطر۔ (ب) مستطیلی تراش ۲ انچ گہری، ۸، ۱٫۱ انچ چوڑی۔ دونوں میں سے کون سی استعمال کرنی چاہیے۔ (اے، ایم، آئی، سی، اِی)۔

جواب: مدور

۸۔ ایک چھوٹا چوبی ستون ۲۰ انچ اونچا اور تراش میں مستطیلی ہے۔ تراش کی موٹائی ۶ انچ اور چوڑائی ۱۲ انچ ہے۔ ستون پر دو انتصابی بوجھ عمل کرتے ہیں۔ دونوں بوجھ موٹائی کے وسط میں عمل کرتے ہیں۔ اُن میں سے ایک وزن $و_1$ مرکز سے ایک طرف $1\frac{1}{2}$ انچ پر اور دوسرا وزن $و_2$ مرکز سے دوسری طرف $2\frac{1}{2}$ انچ پر عمل کرتا ہے۔ اگر ستون کے نچلے قاعدے پر زور ہر جگہ فشاری ہو اور یکساں بدلے اور اس کی حدت $و_2$ کے قریب کے ۶ انچ والے کنارے پر، $و_1$ کے قریب کے ۶ انچ والے کنارے سے دوگنی ہو تو $و_2$ اور $و_1$ میں کیا نسبت ہوگی۔ (بی۔ الیس سی لندن)۔

جواب: ۱۳ : ۱۱

۹۔ ۱۲ انچ قطر کے ایک سیدھے چوبی کھم پر ۸ ٹن کا ایک بوجھ کھم کے انتصابی محور سے ۳ انچ کے فاصلے پر عمل کرتا ہے۔ عمودی تراش پر اعظم اور اقل زور معلوم کرو اور ایک نقشے سے بتاؤ کہ تراش پر زور کی حدت کس طرح بدلتی ہے۔

جواب: ۷۷ر ۴ اور ۱۵۹ر ۱ ٹن فی مربع انچ۔

۱۰۔ وہ خماؤ کا معیار معلوم کرو جو ۶ انچ بیرونی اور $\frac{1}{2}$ ۴ انچ اندرونی قطر کا ایک ڈھلے لوہے کا نل برداشت کرسکتا ہے جب کہ خماؤ کی وجہ سے زور کی اعظم حدت ۵۰۰ پونڈ فی مربع انچ ہو۔

جواب: ۲۱۷۵۰ انچ پونڈ

۱۱۔ ۱۲ فٹ لمبے ایک شہتیر کی گہرائی ۱۲ انچ اور معیارِ جمود ۵ر ۳۷۵ انچ^4 ہے۔ ایک سرے سے $\frac{1}{2}$ ۲ فٹ پر ایک مرتکز بوجھ دوسرے سرے سے $\frac{1}{2}$ ۴ فٹ پر کے مرتکز بوجھ سے $\frac{1}{2}$ ۲ گنا ہے۔ اعظم زور ۲ر ۷ ٹن فی مربع انچ ہے۔ بوجھوں کی مقدار معلوم کرو۔

جواب: ۹ر ۱۵ اور ۲ر ۶ ٹن

۱۲۔ ایک صنوبری لکڑی کا ڈنڈا گاؤ دم شکل کا ہے۔ اس کا قطر چوٹی پر ۴ انچ ہے اور بتدریج بڑھتے ہوئے پائیں پر ۸ انچ ہوتا ہے اور وہاں مضبوطی کے ساتھ نصب ہے۔ اس کی بلندی ۳۰ فٹ ہے۔ چوٹی پر لگائی ہوئی کتنی افقی قوت سے ڈنڈا ٹوٹ سکیگا اور کس بلندی پر شکستی زور ۱۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ ہے۔

جواب: ۱۱۷۸ پونڈ۔ آدھی بلندی پر

۱۳۔ ایک ۲ انچ مربع بندھن سلاخ کو $\frac{1}{2}$ ۲ انچ کا کرینک (crank) دیا گیا ہے تاکہ ویسی ہی ایک سلاخ سے بچے جس کو کرینک (crank) نہیں دیا گیا ہے۔ دونوں سلاخوں پر تین تین ٹن کے تنفسی بوجھ عمل کرتے ہیں۔ دونوں میں زور معلوم کرو۔

جواب: ۳۸ر ۶ اور ۷۵ر ۰ ٹن فی مربع انچ

باب ۷

۱۔ ۸۰ فٹ فصل کے ایک شہتیر پر جس کا وزن ۱ ٹن فی طولی فٹ ہے ۲ ٹن فی طولی فٹ کا ایک دوریہ بوجھ حرکت کرتا ہے جس کا طول ۱۰ فٹ ہے۔

بوجھ کی حرکت سے پیدا ہونے والی اعظم مثبت اور منفی جزی قوت کا نقشہ سرسری طور پر پیمانے پر کھینچو۔ اور نیز یہ دکھاؤ کہ کسی تراشش پر خماؤ کا معیارِ اعظم اُس وقت ہوتا ہے جب کہ تراشش بوجھ اور فصل کو ایک ہی نسبت میں تقسیم کرے۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

۲۔ دو بوجھ، جن کا باہمی فاصلہ ۶ فٹ ہے ۴۰ فٹ فصل کے ایک گرڈر پر حرکت کرتے ہیں۔ آگے کا بوجھ ۸ ٹن اور دوسرا ۵ ٹن کا ہے۔ گرڈر میں (ا) اعظم خماؤ کا معیار (فٹ ٹن) اور (ب) اعظم جز (ٹن) معلوم کرو۔ (بی۔ ایس سی لندن)

۳۔ ایک ریل گاڑی جو ½ ۱ ٹن فی طولی فٹ کے متحرک بوجھ کے معادل ہے ۵۰ فٹ فصل کے ایک گرڈر پر سے گزرتی ہے۔ ممکنہ اعظم خماؤ کے معیار اور جز کا نقشہ کھینچو (ا) جب کہ متحرک بوجھ کا طول فصل سے بڑا ہو اور (ب) جب کہ متحرک بوجھ کا طول صرف ۷۵ فٹ ہو۔

جواب: اعظم خ۔م (ا) ۴۶۸۰ فٹ ٹن (ب) ۳۱۶۴ فٹ ٹن

۴۔ ۴۰۰ فٹ فصل کے ایک گرڈر پر سے یکساں وزن ۱ ٹن فی فٹ کی ایک ریل گاڑی گزرتی ہے۔ گاڑی کا طول فصل سے بڑا ہے اور وہ دونوں میں سے کسی سرے کی طرف سے آسکتی ہے۔ پیل پایوں سے ۱۰۰ فٹ کے فاصلے پر اعظم مثبت اور منفی جز کی قیمت معلوم کرو اور اعظم قیمتوں کا نقشہ کھینچو (اے، ایم، آئی، سی، ای)

جواب: ± ۱۱۲٫۵، ∓ ۱۲٫۵ ٹن

۵۔ ۶۰ فٹ فصل کے ایک گرڈر پر ¾ ٹن فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ اور ½ ۱ ٹن فی طولی فٹ کا ایک متحرک یکساں بوجھ آتا ہے۔ نقشے کھینچو جن سے گرڈر کی ہر تراشش پر (ا) مردہ بوجھ کی وجہ سے جزی قوت اور (ب) متحرک بوجھ کی حرکت سے پیدا ہونے والے اعظم مثبت اور منفی جزی زور معلوم ہوں۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: (ا) ۲۲٫۵ ٹن (ب) ۴۵ ٹن سروں پر

۶۔ علی الترتیب ۱۵ ٹن اور ۲۰ ٹن کے دو متحرک بوجھ جو باہمی فاصلہ

۱۲ فٹ پر ہیں ۱۲۰ فٹ فصل کے ایک پُل پر سے گزرتے ہیں - اعظم خماؤ کا معیار معلوم کرو جو بوجھوں کے گزرتے وقت پُل میں کسی مقام پر واقع ہو سکتا ہے - نقشوں کے ذریعہ ممکنہ اعظم خماؤ کا معیار اور جزد کھاؤ جو گرڈر کی مختلف تراشوں پر واقع ہو سکتے ہیں -

جواب: اعظم خ-م = ۹۶۱ فٹ ٹن

۷- ایک حمالہ کے گرڈر کا فصل ۴۰ فٹ ہے اور گاڑی کے دو پہیے ۱۰ فٹ کے باہمی فاصلے پر ہیں اور ہر ایک پر ۱۱ ٹن کا بوجھ آتا ہے - گرڈر کو کس اعظم خماؤ کے معیار کے لیے تجویز کرنا چاہیے -

جواب: ۱۶۸٫۵ فٹ ٹن

۸- علی الترتیب ۹ ٹن اور ۵ ٹن کے دو بوجھ جو باہمی فاصلہ ۸ فٹ پر ہیں ۳۰ فٹ فصل کے ایک گرڈر پر سے گزرتے ہیں - اعظم خماؤ کا معیار اور اس کے لیے بوجھ کا محل معلوم کرو -

جواب: ۸۷٫۷ فٹ ٹن، سروں سے ۱۳٫۵۷ فٹ

۹- ایک سڑک کا انجن جس کے اگلے دھرے پر بوجھ ۱۲ ٹن اور پچھلے پر ۳ ٹن ہے اور جس کا پہیہ فصل (Wheel base) ۱۰ فٹ ہے ۲۵ فٹ فصل کے ایک پُل کو عبور کرتا ہے - فصل میں اعظم خماؤ کے معیار کی قیمت اور محل معلوم کرو -

جواب: ۷۹٫۳ فٹ ٹن، سروں سے ۱۱٫۵ فٹ

۱۰- ایک سڑک کا انجن جس کے اگلے اور پچھلے دھرے پر بوجھ علی الترتیب ۸ ٹن اور ۴ ٹن ہیں اور جس کا پہیہ فصل (Wheel base) ۸ فٹ ہے ۳۰ فٹ فصل کے ایک پُل کو عبور کرتا ہے - فصل میں اعظم خماؤ کے معیار کی قیمت اور محل معلوم کرو -

جواب: ۷۴٫۶ فٹ ٹن، سروں سے ۱۳٫۶۶ فٹ

۱۱- ایک شہتیر ۱۴ انچ × $\frac{1}{2}$ ۵ انچ کے دو I شہتیروں سے بنایا گیا ہے (جن میں سے ہر ایک کا معیارِ جمود ۳۷۷ انچ اکائیاں ہے) اور ہر ایک کور پر

۴ انچ × ۱ انچ کی تختیاں ہیں۔ اس کے ۲۶ فٹ فصل پر زیادہ سے زیادہ کس وزن کے دو بوجھوں کو باہمی فاصلہ ۵ فٹ پر حرکت کرنے کی اجازت دی جا سکتی ہے۔

جواب: ہر ایک ۱۵ء۱۶ ٹن

باب ۸

۱۔ اگر مستطیلی تراش کے دو بالکل مشابہ شہتیر ایک ڈھلے لوہے کا اور دوسرا پٹواں لوہے کا ایک ہی فصل پر اور ایک ہی بوجھ کے تحت رکھے جائیں (لچک کی حد کے اندر) تو ان کے اضافی انصراف کیا ہونگے۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: اِن کی نسبت = [illegible] : [illegible] = تقریباً ۸ : ۱۳

۲۔ ایک فولادی شہتیر کا فصل ۲۰ فٹ اور اس کی تراش کا معیارِ جمود ۳۰۰ انچ اکائیاں ہے۔ ۶ ٹن کے یکساں پھیلے ہوئے بوجھ کے تحت اس کا مرکزی انصراف کیا ہوگا۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: ۲۷ء انچ

۳۔ ۱ انچ چوڑے اور ۲ انچ گہرے ڈھلے لوہے کے شہتیر کو ۳ فٹ کے فصل پر جانچا گیا۔ اور ایک ٹن کے مرکزی بوجھ کے تحت $\frac{1}{4}$ انچ کا انصراف حاصل ہوا۔ مقیاس ے محسوب کرو۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: ۵۸۳۲ ٹن فی مربع انچ

۴۔ فرض کرو کہ ایک ہی شے کے تین شہتیر یا تختے ا، ب، ج ایک فصل ل = ۱۰۰ انچ پر بازو بازو رکھے گئے ہیں اور ایک بوجھ و = ۶۰۰ پونڈ ان پر فصل کے وسط میں رکھا گیا ہے اور تینوں مل کر خم ہوتے ہیں۔ تینوں شہتیر چھ چھ انچ چوڑے ہیں لیکن گہرائی دو کی ۳ انچ اور ایک کی ۶ انچ ہے۔ ہر ایک پر کتنا بوجھ پڑیگا اور ہر ایک میں انتہائی ریشے کا زور کیا ہوگا۔

(اے، ایم، آئی، سی، ای)

جواب: ۴۸۰ پونڈ، ۶۰ پونڈ، ۳۳۳ پونڈ فی مربع انچ، ۱۶۱ پونڈ فی مربع انچ

۵- ایک I گرڈر جس کی کوریں ۶ انچ × $\frac{3}{4}$ انچ، پیٹا $\frac{1}{2}$ انچ موٹا اور مجموعی گہرائی ۱۰ انچ ہے سروں پر سہارا ہوا ہے اور اس کا فصل ۱۵ فٹ ہے۔ اس پر ایک سہارے سے ۵ فٹ کے فاصلے پر ۶ ٹن کا ایک مرتکز بوجھ ہے۔ بوجھ کی وجہ سے اس کے عین نیچے کی تراش پر شہتیر کا انصراف معلوم کرو اور نیز شہتیر کے خماؤ کا کام معلوم کرو۔ (بی ایس سی لندن)

۶- یکساں مستطیلی تراش کا ایک شہتیر سروں پر آزادانہ سہارا ہوا ہے اور اس پر ایک یکساں پھیلا ہوا بوجھ ہے۔ گہرائی اور فصل کی نسبت معلوم کرو تاکہ جب خماؤ کی وجہ سے وسطی تراش میں اعظم زور ۴ ٹن فی مربع انچ ہو تو وسط میں انصراف فصل کا $\frac{1}{400}$ ہو۔ ے = ۱۲۰۰۰ ٹن فی مربع انچ (بی۔ ایس سی لندن)

۷- ایک ۱۲ × ۶ × ۶۲ پونڈ کی بیلیے فولاد کی کڑی کا فصل ۲۴ فٹ ہے اور فصل کے چوتھائی پر ۱۲ ٹن کا بوجھ ہے۔ ترسیم کے ذریعے اعظم انصراف معلوم کرو اور اس کا مقابلہ اس سے کرو جو اس شہتیر کے لیے مرکزی بوجھ کے تحت محسوب ہوتا ہے۔ (اس تراش کے لیے آ = ۲۵۰،۷ انچ اکائیاں، ے = ۱۲۵۰۰ ٹن فی مربع انچ)۔

جواب: ۴۶،۰ انچ، مرکز پر ۶۶،۰ انچ

۸- ایک ۲۴ فٹ اونچے انتصابی کھم کے بالائی سرے کو ایک افقی ہاتھ کھم سے ۶ فٹ نکلا ہوا لگا ہے۔ اگر اس ہاتھ کے آزاد سرے سے ۶۰۰۰ پونڈ کا ایک بوجھ لٹکا ہو تو اس آزاد سرے کا افقی اور انتصابی ہٹاؤ معلوم کرو۔ کھم اور ہاتھ کے لیے ے = ۲۸ × ۱۰ پونڈ فی مربع انچ، کھم کے لیے آ = ۱۲۱۴، ہاتھ کے لیے آ = ۳۶۰ (انچ اکائیاں)۔ کھم کے راست فشار کو نظر انداز کرو۔ (بی ایس سی لندن)۔

جواب: افقی ۱،۵۵ انچ، انتصابی ۱،۸۵ انچ

۹- مدور تراش کے ایک برآمدہ بیرم کی تراش کا قطر ثابت سرے سے نصف طول تک مستقل ہے اور پھر وہاں سے آزاد سرے تک اس کا نصف ہے

آزاد سرے پر وزن و کے تحت انصراف معلوم کرو۔

جواب: $\frac{۲۳}{۲۴}$ $\frac{و ل^۳}{آ سے}$ جہاں آ ثابت سرے پر کی قیمت ہے۔

۱۰۔ ایک مستطیلی چوبی شہتیر کے ۲۰ فٹ فصل کے مرکز پر ۲ ٹن کا بوجھ ہے۔ ۱۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے انتہائی زور کے لیے اعظم انصراف معلوم کرو۔ شہتیر کی گہرائی ۱۴ انچ ہے۔ عرض محسوب کرو۔ سے = ۶۰۰ ٹن فی مربع انچ۔ (اے، ایم آئی، سی، ای)

جواب: تقریباً ½ انچ۔ عرض ۲۰۸۰ انچ

۱۱۔ یکساں تراش کے ایک فولادی شہتیر کا معیار جمود ۳۰۰ انچ اکائیاں ہے اور وہ ۱۶ فٹ کے فصل پر آزادانہ سہارا ہوا ہے۔ اس پر ا ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ اور مرکز پر ۵ ٹن کا ایک مرتکز بوجھ ہے۔ مرتکز بوجھ کے تحت انصراف معلوم کرو۔

جواب: ۵۰۴۵ انچ

۱۲۔ فصل ل کے ایک شہتیر پر دونوں سروں سے تہائی فصل پر مرتکز بوجھ و ہیں۔ مرکزی انصراف معلوم کرو۔

جواب: $\frac{و ل^۳}{۲۸٫۱۵ آ سے}$

۱۳۔ ۱۵ انچ × ۶ انچ کی ایک فولادی کڑی کا فصل ۱۵ فٹ اور اس پر بوجھ ایک سرے پر ۲ ٹن فی طولی فٹ سے یکساں بڑھتے ہوئے دوسرے سرے پر ۴ ٹن فی طولی فٹ ہوتا ہے۔ کڑی کے وزن کو نظر انداز کرکے اور آ = ۶۳۰ اور سے = ۳۰ × ۱۰^۶ پونڈ فی مربع انچ لے کر اعظم انصراف کی مقدار اور محل معلوم کرو۔

جواب: ۱۳۶۵ء۰ انچ، ہلکے سرے سے ۷۵ء۹ فٹ پر

باب ۹

۱۔ ۱۰۰ فٹ طول کا ایک گرڈر دونوں سروں پر اور وسط میں سہارا گیا ہے اور اس پر ۲ ٹن فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ ہے۔ خماؤ کے معیار اور جز کے نقشے کھینچو اور ہر ایک سہارے پر ردِّ عمل معلوم کرو۔ (اے، ایم آئی، سی، ای)۔

جواب: اعظم خماؤ کا معیار ۶۲۵ فٹ ٹن، ردِّ عمل ۷۵ء۳، ۱۲۵، ۷۵ء۳ ٹن

۲۔ ایک مسلسل گرڈر کے چار فصل ہیں۔ دونوں بیرونی فصلوں میں سے ہر ایک کا طول ۲۰ فٹ اور دونوں اندرونی میں سے ہر ایک کا ۳۰ فٹ ہے اور گرڈر پر ½ ۱ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ ہے۔ معلوم کرو (ا) ہر ایک پائے پر ردِّ عمل (ب) ہر ایک پائے پر خماؤ کا معیار اور جز (ج) صفر خماؤ کے معیار کے نقاط کا محل۔ گرڈر کے لیے خماؤ کے معیار اور جز کے مکمل نقشے کھینچو۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

۳۔ ایک ۳۰ فٹ لمبا چوبی کلاں شہتیر (balk) سروں پر دو سہاروں پر ٹکا ہوا ہے اور نیز بائیں سرے سے ۱۲ فٹ کے فاصلے پر ایک تھونی سے سہارا گیا ہے۔ اگر چوبی کلاں شہتیر (balk) پر (اس کے وزن سمیت) ۲ ہنڈرڈ ویٹ فی طولی فٹ کا بوجھ ہو اور تینوں سہارے ایک سطح میں ہوں تو تینوں سہاروں کے ردِّ عمل اور تھونی کے نقطے پر خماؤ کا معیار معلوم کرو۔ خماؤ کے معیار اور جز کے مکمل نقشے کھینچو۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

۴۔ یکساں تراش کا ایک ۲۵ فٹ طول کا افقی گرڈر ایک سرے پر مضبوط ثابت ہے اور ثابت سرے سے ۱۸ فٹ کے فاصلے پر ایک ستون پر سہارا گیا ہے۔ گرڈر پر ۲ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ ہے اور اس کے علاوہ ثابت سرے سے ۱۴ فٹ کے فاصلہ پر ۳۰ ٹن کا مرتکز بوجھ ہے۔ بوجھ کے بغیر گرڈر سہارنے والے ستون کو صرف چھوتا ہے دابتا نہیں۔ ستون پر دباؤ معلوم کرو اور گرڈر کے لیے خماؤ کے معیار اور جزی قوت کے نقشے کھینچو۔

(بی-ایس سی لندن)-

۵- ۲۰ فٹ فصل کا ایک شہتیر ایک سرے ا پر دربستہ ہے اور دوسرے سرے ب پر آزادانہ سہارا ہوا ہے- اِس پر ½ ٹن فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ اور مرکز پر ۱۰ ٹن کا ایک منفرد بوجھ ہے- سرے ا پر خماؤ کا معیار معلوم کر کے خماؤ کے معیار کا نقشہ کھینچو اور دکھاؤ کہ درمیان میں اعظم خماؤ کا معیار کہاں واقع ہوتا ہے- جز کا نقشہ بھی کھینچو-

۶- ۲۰ فٹ اور ۱۰ فٹ کے دو فصلوں کا ایک مسلسل گرڈر چھوٹے فصل سے ۵ فٹ نکلا ہوا ہے- گرڈر پر ½ ٹن فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ اور آزاد سرے د پر ½ ۱ ٹن کا ایک منفرد بوجھ ہے- سہاروں کے معیار معلوم کرو اور جز اور خماؤ کے معیار کے نقشے کھینچو- معلوم کرو کہ آیا یہ انتظام اس سے زیادہ مضبوط ہے جس میں سہارا ج نقطہ د کے نیچے واقع ہو-

جواب: اعظم خ-م = ۱۶٫۷۷ فٹ ٹن، اتنا مضبوط نہیں

۷- فصل ل کا ایک شہتیر دونوں سروں پر اُفقاً ثابت ہے- دو مساوی بوجھ و سروں سے مساوی فاصلہ ھ پر رکھے گئے ہیں- ثابت کرو کہ شہتیر کا اعظم انصراف $\frac{و ھ^2}{۲۴ آ ے}$ (۳ ل - ۴ ھ) اور شہتیر کے مرکز پر خماؤ کا معیار $\frac{و ھ^2}{ل}$ ہوگا (بی-ایس سی لندن)-

۸- ۲۰ فٹ فصل کا ایک شہتیر سروں پر ثابت ہے اور ۱ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ ایک سرے سے مرکز تک ہے- خماؤ کے معیار معلوم کرو-

جواب: ۱۰٫۴ اور ۲۲٫۹ فٹ ٹن

۹- تین فصل کے ایک مسلسل شہتیر میں وسطی فصل ۲۰ فٹ ہے اور بازوؤں کے فصل ۲۶ فٹ کے ہیں- ½ ٹن فی طولی فٹ کا ایک مُردہ بوجھ پورے فصل پر ہے- ۱ ٹن فی طولی فٹ کا ایک متحرک بوجھ (ا) پہلے فصل پر (ب) پہلے دو فصلوں پر (ج) پورے شہتیر پر چھا جائے تو سہاروں کے معیار معلوم کرو-

جواب: (ا) ۲۴۳ ،۱۶۲ (ب) ۵۶،۵۶ ۴۸ (ج) ۴۸،۵ فٹ ٹن

۱۰- ایک مسلسل شہتیر کے پانچ فصل ہیں۔ بیرونی دونوں فصل اور وسطی فصل ۲۵ فٹ کے ہیں اور باقی دو فصل ۱۲ فٹ کے۔ ۰٫۸ ٹن فی طولی فٹ کے ایک مردہ بوجھ کے لیے خماؤ کے معیار کا نقشہ کھینچو اور نیز ایک زندہ بوجھ کے لیے جو صرف وسطی فصل پر ۲٫۱ ٹن فی طولی فٹ کے معادل ہو۔

۱۱- ایک مسلسل شہتیر کے تین فصل ہیں ۲۰، ۳۰ اور ۲۰ فٹ۔ ہر ایک فصل کے دونوں تہائی نقطوں پر بوجھ ہیں۔ بازو کے فصلوں پر ۸ ٹن کے اور وسطی پر ۱۵ ٹن کے بوجھ۔ اعظم مثبت اور منفی خماؤ کے معیار معلوم کرو اور خماؤ کے معیار کا نقشہ کھینچو۔

۱۲- ایک مسلسل شہتیر کے دو فصل ہیں ۱۵ فٹ اور ۳۰ فٹ۔ چھوٹے فصل پر ۳۰ ٹن کا اور بڑے فصل پر ۸۰ ٹن کا یکساں بوجھ منقسم ہے۔ خماؤ اور جز کے نقشے پیمانے پر کھینچو اور عام طور پر بیان کرو کہ اگر بھاری سرا ذرا سا بیٹھ جائے تو ان نقشوں پر کیا اثر پڑیگا۔

۱۳- یکساں لداؤ کے مسلسل شہتیر کے لیے تین معیاروں کا مسئلہ لکھو۔ تین فصل اب = ۲۰۰ فٹ، ب ج = ۵۰ فٹ، ج د = ۲۰۰ فٹ کے ایک مسلسل گرڈر کے پہلے دو فصلوں پر ۱ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ ہے۔ سہاروں کی قوتیں اور ہر فصل کے مرکز پر اور سہاروں ب اور ج پر خماؤ کے معیار معلوم کرو۔

باب ۱۰

۱- ایک ڈھلے لوہے کے شہتیر کی تراش یہ ہے:- بالائی کور ۴ × ½۱ انچ پٹیا ۱۲ × ¾۱ انچ، نچلی کور ۱۲ × ۲ انچ۔ تراش کا مرکزِ ہندسی نچلی کور کے قاعدے سے ۵٫۵ انچ ہے اور تراش کا معیارِ جمود مرکزِ ہندسی میں سے گہرائی کے علی القوائم خط کے گرد ۱۲۰۰ انچ ہے۔ ایک منحنی کھینچو جس سے تراش کے تمام نقاط پر جز کی حدت ظاہر ہو اور اعظم اور اوسط جزی زور کی نسبت معلوم کرو۔ پٹیے پر

جزی قوت کا کتنا حصّہ پڑتا ہے۔ (بی۔ایس سی لندن)۔

۲۔ ایک I شہتیر کی ایک تراش پر مجموعی جز ۱۵ ٹن ہے۔ مجموعی گہرائی ۸ انچ، کوریں ۶ انچ × ۰٫۶۱ انچ، پٹیا ۰٫۴۴ انچ موٹا اور آ = ۱۱۱٫۶ انچ^۴۔ اس تراش میں جزی زور کی اعظم حدت معلوم کرو۔ (بی۔ایس سی لندن)۔

۳۔ ایک ڈھلے لوہے کے شہتیر کی تراش یہ ہے:۔ بالائی کور ۲ × ۱½ انچ، نچلی کور ۶ × ۱½ انچ، پٹیا، × ۱ انچ۔ اس تراش میں اعظم اور اوسط جزی زور کی نسبت معلوم کرو۔

جواب: ۲٫۴۶

۴۔ ۶ انچ چوڑی اور ۱۲ انچ گہری یکساں مستطیلی تراش کا شہتیر سروں پر سہارا ہوا ہے اور فصل ۱۲ فٹ ہے۔ بوجھ ۲۰ ٹن یکساں پھیلا ہوا ہے۔ ایک سرے سے ۴ فٹ کے فاصلے پر تعدیلی محور سے ۳ انچ انتصاباً اوپر فشاری زور کی اعظم حدت محسوب کرو۔

جواب: ۰٫۱۱ ٹن فی مربع انچ

۵۔ ایک I شہتیر کی مجموعی گہرائی = ۸ انچ، کوریں ۶ انچ × ۰٫۶۱ انچ، پٹیا ۰٫۴۴ انچ موٹا، آ = ۱۱۱٫۶ انچ^۴۔ اس کی ایک تراش پر مجموعی جز ۱۵ ٹن ہے۔ اس تراش میں جزی زور کی اعظم حدت معلوم کرو۔

جواب: ۴٫۸۹ ٹن فی مربع انچ

۶۔ ایک I شہتیر کی تراش میں جس کی گہرائی ۱۸ انچ، چوڑائی ۶ انچ، کور کی موٹائی ۰٫۷۹ انچ اور پٹیے کی موٹائی ۰٫۴۲ انچ ہے اور مجموعی جزی قوت ۵۰ ٹن ہے، جزی زور کی اعظم حدت محسوب کرو۔ اس اعظم زور کا اُس اوسط زور سے مقابلہ کرو جو جزی قوت کو پٹیے کے رقبے پر منقسم سمجھنے سے حاصل ہو۔

جواب: ۷٫۵۳ ٹن فی مربع انچ، ۱٫۱۳ : ۱

باب ۱۱

۱۔ دو قینچ پا (Shear legs) ایک دوسرے سے ۲۰° کا زاویہ بناتے ہیں

اور اُن کا مستوی، اُفق سے ۶۰° پر ہے۔ عقبی تھام، ٹانگوں کے مستوی سے ۴۵° پر ہے۔ ٹانگوں اور تھام میں ۱۰ ٹن کے بوجھ کے تحت قوتیں معلوم کرو۔

جواب: تھام ۱۰ ٹن، ہر ایک ٹانگ ۵۰۶ ٹن

۲۔ ۵۰ فٹ فصل اور ۱۰ فٹ گہرائی کے ایک بولمن[1] قینچی پر ۱ ٹن فی طولی فٹ کا ایک یکساں بوجھ اور بائیں سرے سے ۲۰ فٹ کے فاصلے پر ۱۰ ٹن کا ایک مُرتکز بوجھ ہے۔ قینچی کی تمام سلاخوں کے زور معلوم کرو۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

۳۔ ایک فنک[2] قینچی کا فصل ۳۰ فٹ اور گہرائی ۴½ فٹ ہے اور چاروں خانے مساوی ہیں۔ اس کے پورے فصل پر ۲ ٹن فی طولی فٹ کا بوجھ ہے۔ ارکان کی قوتیں معلوم کرو اور اختیار کردہ مفروضات بیان کرو۔ (بی۔ ایس سی لندن)

۴۔ اگر ایک N گرڈر پر جس کا طول ۱۲۰ فٹ، گہرائی ۱۲ فٹ، اور خانے ۱۰ ہیں ۲ ٹن فی طولی فٹ کا ایک متحرک یکساں بوجھ آتا ہو تو انتصابی ارکان میں اعظم زور تقریبی طور پر معلوم کرو۔ (اے، ایم، آئی، سی، اِی)۔

باب ۱۲

۱۔ ایک ڈھلے لوہے کے ستون کے سرے مضبوطی سے ساختہ دربستہ ہیں۔ اس کا بیرونی قطر ۱۲ انچ، دھات کی موٹائی ⅛۱ انچ، اور طول ۱۸ فٹ ہے۔ اگر قدرِ سلامتی ۱۰ لی جائے تو اس پر کتنا مجموعی بوجھ رکھا جا سکتا ہے۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

جواب: ۱۶۳ ٹن

۲۔ ایک نرم فولاد کے داب روک کی تراش مستطیلی، عرض موٹائی سے ۴ گنا، طول ۹ فٹ اور سرے کیل دار ہیں۔ ۲۴ ٹن کے بوجھ اور قدرِ سلامتی

[1] Bollman
[2] Fink

۵ کے لیے تراش محسوب کرو۔ ضابطہ رنیکن کا استعمال کرو اور ن = ۶،۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ اور مستقل $\frac{1}{7500}$ لو۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

۳۔ ثابت سروں کے ساتھ کونسا ستون زیادہ بوجھ برداشت کریگا۔ (ا) ٹھوس ۹ انچ قطر کا نرم فولاد کا ستون یا (ب) ساختہ نرم فولاد کا کھم دو ۱۴ × ۶ کے I شہتیروں سے مرکب جن کے مرکزوں کا فاصلہ $8\frac{1}{2}$ انچ ہے اور جن کے دونوں پہلوؤں کو ۱۶ × $\frac{1}{2}$ انچ کی تختیاں لگائی گئی ہیں۔ طول دونوں صورتوں میں ۱۴ فٹ ہے۔

جواب : ساختہ کھم

۴۔ متوسط طول کے داب روک کے جھکاؤ کے متعلق گارڈن اور رنیکن کے ضابطے پر بحث کرو اور اس کی حدود بیان کرو۔ پٹواں لوہے کے چار داب روک جو سروں پر مضبوطی کے ساتھ جکڑے ہوئے ہیں اور جن میں سے ہر ایک کی تراش ۱ انچ × ۱ انچ ہے اور جن کے طول ۱۵، ۳۰، ۶۰، اور ۹۰ انچ ہیں علی الترتیب ۹ء۵، ۳ء۱۱، ۲ء۷، اور ۳۵ء۴ ٹن کے بوجھوں کے تحت جھکتے ہیں۔ دیکھو کہ آیا یہ ان ضابطوں کے مطابق ہیں اور اگر ہیں تو جو دو اختیاری مستقل شریک ہوتے ہیں اُن کی اوسط قیمت معلوم کرو (بی۔ ایس سی لندن)۔

۵۔ کسی کارخانے کا ایک کھم ایک چھوٹے کھم کو جس کا طول چھت سے ۱۰ فٹ ہے جس پر ۵ ٹن کا بوجھ آتا ہے اور ایک ۱۵ ٹن کی حمالہ کے گرڈر کو برداشت کرتا ہے۔ اگر چھت کے بوجھ اور حمالہ کے گرڈر کے مرکزی خطوں کا درمیانی فاصلہ ۱۳ انچ ہو تو کھم کے لیے ایک موزوں تراش تجویز کرو۔

جواب ` دو ۱۰ انچ × ۵ انچ × ۳۰ کے I شہتیر ۱۳ انچ کے فصل سے۔

۶۔ ایک کھوکھلے استوانی فولادی داب روک کو ذیل کے حالات کے لیے تجویز کرنا ہے۔ طول ۶ فٹ، محوری بوجھ ۱۲ ٹن، اندرونی اور بیرونی قطر کی نسبت ۸ء، قدر سلامتی ۱۰، سرے مضبوطی کے ساتھ ثابت ہیں۔ رنیکن کے

ضابطہ سے ضروری بیرونی قطر اور دھات کی موٹائی معلوم کرو۔ ز = ۲۱ ٹن فی مربع انچ اور قبضہ دار سروں کے لیے مستقل = $\frac{1}{7500}$

جواب: قطر $4\frac{1}{4}$ انچ، موٹائی $1\frac{1}{2}$ انچ

۷۔ ایک فولادی ستون دو ۱۰ × $3\frac{1}{2}$ انچ × ۲۸،۲۱ پونڈ کی نالی تراشوں سے مرکب ہے جو $4\frac{1}{2}$ انچ فصل سے رکھی گئی ہیں اور دونوں سروں پر ۱۲ × $\frac{1}{2}$ انچ کی تختیاں ہیں۔ اگر سرے قبضہ دار ہوں تو ۲۲ فٹ طول کے لیے بے خطر بوجھ کیا ہوگا۔

جواب: ۱۲۲ ٹن

۸۔ سوال ۷ میں اگر بوجھ مرکز سے ۳ انچ ہٹا ہوا ہو تو ستون پر بے خطر بوجھ کیا ہوگا۔

جواب: ۸۰،۴۸ ٹن

۹۔ ایک ۲۰ فٹ اونچے فولادی کھم پر ۶ ٹن کا ایک انتصابی بوجھ اور بالائی سرے پر ۲ ٹن کا ایک افقی بوجھ ہے۔ نچلا سرا مضبوط ثابت ہے۔ اگر ستون ایک بیلنے فولاد کی کڑی ۱۵ انچ × ۶ انچ کی ہو (ب = ۱۷،۳۵ مربع انچ، آ = ۶۳۰ انچ اکائیاں، تراش کا مقیاس = ۸۴،۳۵ انچ اکائیاں) تو (انتصابی بوجھ سے پیدا ہونے والے ثانوی انصراف کو نظر انداز کر کے) ستون میں اعظم فشار معلوم کرو۔

جواب: ۶،۱ ٹن فی مربع انچ

۱۰۔ ایک کھم ۱۰ انچ × ۸ انچ کے بیلنے فولاد کی کڑی کا ہے اور ۲۰ فٹ اونچا ہے۔ یہ سروں پر قبضہ دار ہے اور اس پر ۴۰ ٹن کا ایک محوری بوجھ اور ۲ ٹن کا ایک خارج المرکز بوجھ ہے جو چوٹی سے ۴ فٹ نیچے ایک برکیٹ کو محور سے ۲ فٹ کے فاصلے پر لگایا گیا ہے۔ کھم میں زور کیا ہونگے۔ تراش کا رقبہ ۲۰،۵۸ مربع انچ ہے اور معیار جمود ۳۴۵ اور ۲۰،۶ انچ اکائیاں ہیں۔

جواب: راست زور ۲،۰۴ ٹن فی مربع انچ، خماؤ کا زور ۶،۵۶ ٹن فی مربع انچ۔

۱۱۔ ایک کھم دو ۱۲ انچ × ۵ انچ کے I شہتیروں سے مرکب ہے اور

دونوں کوروں پر ۱۲ انچ × ½ انچ کی دو کور تختیاں لگی ہوئی ہیں۔ تراشش کا رقبہ ۶۵ ء ۴۱ مربع انچ اور گردشی نصف قطر (گ) ۸۶ء ۵ اور ۳۴ء ۳ انچ ہیں۔ یہ فرض کرکے کہ اعظم زور ۵ء ۵ - ل/۸۰گ سے حاصل ہوتا ہے اور کھم کا طول ۲۳ فٹ ۶ انچ ہے وہ خارج المرکز بوجھ معلوم کرو جو ایک کور کے مستوی میں تراش کے صدر محور سے ۲ انچ کے فاصلے پر لگایا جاسکتا ہے۔

جواب: ۴۰ء ۳ ٹن

۱۲- ایک کھم ۱۲ انچ × ۸ انچ کے ایک I شہتیر کا بنا ہوا ہے جس کی دونوں کوروں کو ۱۲ انچ × ۱ انچ کی تختیاں لگی ہیں۔ I شہتیر کا رقبہ ۱۲ء ۱۹ مربع انچ ہے اور اس کے صدر معیارِ جمود ۴۸۷ اور ۵۲۲ء ۶ انچ اکائیاں ہیں۔ طول ۱۸ فٹ ہے اور جائز زور ۵ء ۵ - ل/۸۰گ ہے جہاں گ اقل گردشی نصف قطر ہے۔ اس پر ۱۰۰ ٹن کا ایک مرکزی بوجھ ہے۔ کتنا مزید بوجھ ایک کور پر لگایا جاسکتا ہے۔

جواب: ۲۳ء ۱ ٹن

باب ۱۳

۱- ایک فولادی تار دو سہاروں کے درمیان لٹک رہا ہے۔ جھوک فصل کا ۱/۱۰ ہے۔ اگر جائز زور ۷ ٹن فی مربع انچ ہو تو جائز فصل معلوم کرو۔ یہ بھی مان لو کہ تار ایک مکافی کی شکل میں لٹکیگا اگرچہ کہ یہ پورا پورا صحیح نہیں۔

جواب: ۳۴۰۰ فٹ تقریباً

۲- ایک تار کی رسی کا ضروری وزن معلوم کرو جو ۱۰۰ فٹ کے فصل پر ایک ۱۲ اسٹون کے ایک آدمی کو سہار سکے۔ جھوک ۱ فٹ ہے۔

جواب: ۲۵ء ۹ پونڈ

۳- ایک ۱۰۰ فٹ چوڑی ندی پر ۱۰ فٹ چوڑا پیدل پل (foot bridge)

دو یکساں تراش کے رسوں سے سہارا گیا ہے جن کا جھوک مرکز پر ۱۰ فٹ ہے۔ رسوں کی اعظم کھینچ، ان کا تراشی رقبہ، طول اور وزن ذیل کے معطیات کے لیے معلوم کرو۔ پلیٹ فارم پر اعظم بوجھ ۱۲۰ پونڈ فی مربع فٹ، رسوں کے مادّے میں کامی زور ۴ ٹن فی مربع انچ، رسے کے مادّے کا وزن ۴۸۴ پونڈ فی مکعب فٹ۔
(اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: طول ۱۰۲٫۶ فٹ، رقبہ ۹٫۵۴ مربع انچ، وزن ۱٫۴۷ ٹن، اعظم کھینچ ۳۸ ٹن۔

۴۔ ایک معلق پل کو جس کا فصل ۲۰۰ فٹ اور جھوک ۱۵ فٹ ہے وسطی قبضے کے مصلب گرڈروں سے استوار کیا گیا ہے۔ رسے کے منحنی کو مکانی مان کر مصلب گرڈروں میں اعظم مثبت اور منفی خماؤ کے معیار معلوم کرو جب کہ ½ ٹن فی طولی فٹ کا زندہ بوجھ برداشت کرنا ہو۔ نیز اعظم معیاروں کے وقت زندہ بوجھ کا محل بتاؤ۔
(بی۔ ایس سی لنڈن)۔

جواب ± ۱۱۳۴ فٹ ٹن، ۴ فصل لد اھوا

۵۔ ایک پل میں ۶ فٹ ۸ انچ کے فاصلوں سے ۸ تین قبضی مکانی کمانیں ہیں۔ فصل ۱۵۰ فٹ اور ارتفاع ۱۰ فٹ ہے۔ مردہ بوجھ ۲۰۰ پونڈ فی مربع فٹ اور زندہ بوجھ ۴۰۰ پونڈ فی مربع فٹ کے معادل ہے۔ جب زندہ بوجھ نصف فصل پر آیا ہو تو افقی ڈھکیل کیا ہوگا۔ اگر تختی گرڈر کی پسلیاں زاویوں کے اوپر ۴ فٹ گہری ہوں، کور تختیاں ۱۸ انچ × ۱ انچ ہوں، اور زاویے ۴ انچ × ۴ انچ × ½ انچ ہوں تو پسلی میں اعظم زور تقریبی طور پر محسوب کرو۔

کور

جواب: ۳۳۱ ٹن، تقریباً ۹٫۴ ٹن فی مربع انچ

۶۔ ایک مکانی تین قبضی کمان کو چوٹی اور نقاطِ جست پر قبضے ہیں اور فصل ۹۰ فٹ اور ارتفاع ۱۲ فٹ ہے۔ اس پر ۱۳۰ ٹن کا بوجھ پورے فصل پر یکساں منقسم اور ۶۰ ٹن کا بوجھ ایک سرے سے مرکز تک یکساں منقسم ہے۔ افقی ڈھکیل اور اعظم مثبت اور منفی خماؤ کے معیار معلوم کرو۔

جواب: ۲٫۸۲ ۱۷ ٹن ± ۱۶۹ فٹ ٹن

۷۔ ایک مکانی دو قبضی کمان پر جس کا فصل ۸۰ فٹ اور ارتفاع ۱۵ فٹ ہے چوتھائی فصل پر ۱۵ ٹن کا مرتکز بوجھ ہے۔ کمان کی تراش اس طرح بدلتی ہے کہ کسی نقطے پر اس کا معیارِ جمود اُس مقام پر کمان کے زاویۂ میلان کے قاطع کے متناسب ہے۔ کمان میں اعظم خماؤ کا معیار محسوب کرو۔

جواب: ۱۰۰ فٹ ٹن

۸۔ ایک تین قبضی قطع دائرہ کمان پسلی کا فصل ۲۰۰ فٹ اور ارتفاع ۲۰ فٹ ہے۔ اُفقی فصل ۸ مساوی خانوں میں تقسیم ہے اور ۲۰۰۰ پونڈ فی مربع فٹ کا یکساں پھیلا ہوا بوجھ خانوں کے نقاطِ تقسیم پر مرتکز سمجھا گیا ہے۔ جب صرف فصل کا بایاں نصف لدا ہوا ہو تو خماؤ کے معیار کے نقشے کو پیمانے پر کھینچو اور اُفقی دھکیل، سہاروں کے ردِ عمل اور اعظم خماؤ کے معیار کی قیمت لکھو۔

باب ۱۴

۱۔ ایک مٹی کے ڈھیر کی پشتہ دیوار ۱۰ فٹ اونچی اور چوٹی پر ۳ فٹ اور قاعدے پر ۴ فٹ ۶ انچ موٹی ہے۔ اس پر ۸۰° کے ڈھال کا سربار ہے۔ چنائی کا وزن ۱۱۲ پونڈ فی مکعب فٹ اور مٹی کا وزن ۱۱۲ پونڈ فی مکعب فٹ اور ٹھہراؤ کا زاویہ ۳۰° ہے۔ دیوار کی قائمیت کو قاعدے اور "شفلر" کے نظریے سے جانچو۔

جواب: دونوں سے غیر قائم۔

۲۔ ابتدائی اصولوں سے ایک پن خزانے کی دیوار کی انتہائی بلندی معلوم کرو جس سے قاعدے پر فشاری زور کی اعظم حدت ۸ ٹن فی مربع فٹ سے زیادہ نہ ہو۔ دیوار کی تراش مثلثی اور پانی کی طرف یہ چہرہ انتصابی ہو۔ چنائی کی کثافتِ اضافی $2\frac{1}{4}$ اور ایک مکعب فٹ پانی کا وزن $\frac{1}{36}$ ٹن ہے۔ بیان کرو کہ قاعدے پر زور کی تقسیم کے متعلق کیا مفروضات اختیار کیے جائینگے۔ (بی۔ ایس سی لندن)۔

ط sheffler

۳- ایک پشتہ دیوار کی بلندی ۱۵ فٹ اور موٹائی قاعدے پر ۶ فٹ اور چوٹی پر ۳ فٹ ہے۔ دیوار کے پیچھے کی مٹی کا ٹھہراؤ کا زاویہ ۳۵° ہے اور دیوار کے جس چہرے پر مٹی کا دباؤ عمل کرتا ہے اُسے انتصابی مانا جاسکتا ہے۔ مٹی کی سطح افقی اور دیوار کی چوٹی کی ہم سطح ہے۔ دیوار کے قاعدے پر عمادی زور کی تقسیم معلوم کرو اور قاعدے کے دونوں کناروں پر زور فی فٹ کیا ہے لکھو۔ (مٹی کا وزن ۱۲۰ پونڈ فی مکعب فٹ اور دیوار کا وزن ۱۴۴ پونڈ فی مکعب فٹ)۔
(بی۔ ایس سی لندن)۔

۴- ایک دیوار کی موٹائی ۲ فٹ ۶ انچ ہے اور کنکریٹ کے پائے پر زمین کے لیول میں دیوار کا بوجھ ۵ ٹن فی طولی فٹ ہے۔ اگر کنکریٹ کی چوڑائی ۳ فٹ ۶ انچ ہو تو اس کی گہرائی کیا ہونی چاہیے اگر مٹی اور کنکریٹ کی کثافتِ اضافی علی الترتیب ۱٫۷۵ اور ۲ ہو اور مٹی کی رگڑ کے زاویے کا مماس (مس فہ) = ۰٫۷ ہو۔ بنیاد پر عرضی اور انتصابی زور کی نسبت

$$\frac{۱ - \text{جب فہ}}{۱ + \text{جب فہ}}$$

ہے۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۵- ایک مثلثی کٹے کی بلندی ۱۰۰ فٹ اور پانی کی طرف کا چہرہ انتصابی اور پانی کا دباؤ پوری بلندی تک ہو اور قاعدے پر عمادی زور کی حدت اندرونی کنارے پر صفر اور یکساں طور پر بدلتی ہوئی بیرونی کنارے پر اعظم مانی جائے اور قاعدے کا عرض ۷۰ فٹ، تو بیرونی کنارے سے ۱۰ فٹ پر ایک انتصابی مستوی پر اوسط جسری زور معلوم کرو۔ چنائی کی کثافتِ اضافی ۲ ہے۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۶- ایک مدور کنکریٹی مینار ایک بن خزانے کے اندر پانی نکالنے کے لیے بنایا گیا ہے۔ اس کا بیرونی قطر ۲۰ فٹ اور باہر اور اندر میں پانی کے لیول کا اعظم فرق ۵۰ فٹ ہے۔

معلوم کرو کہ کنکریٹ کی دیوار کی موٹائی تہ پر کیا رکھنی چاہیے تاکہ کنکریٹ میں اعظم فشاری زور ۵ ٹن فی مربع فٹ ہو۔ یہ دیا گیا ہے کہ فشار کی اعظم حدت اور اعظم نیم قطری دباؤ کی نسبت اس طرح حاصل ہوگی کہ بیرونی نصف قطر کے مربع

دگنے کو بیرونی اور اندرونی نصف قطروں کے مربعوں کے فرق سے تقسیم کیا جائے (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۷۔ ایک پشتنہ دیوار کی پشت انتصابی، بلندی ۲۰ فٹ، عرض قاعدے پر ۷ فٹ اور گاؤدم ہو کر چوٹی پر ۴ فٹ ہے۔ اگر مٹی کے رگڑ کے زاویے کی جیب ۰٫۵۶۶، اس کا وزن فی مکعب فٹ ۱۱۰ پونڈ، اور دیوار کا وزن ۱۵۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو دریافت کرو کہ آیا قاعدے پر کوئی تناؤ واقع ہوگا۔ قاعدے پر فشاری زور کی اعظم حدت کیا ہوگی۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۸۔ مستطیلی تراش کی ایک دیوار ایک کنکریٹی پائے پر کھڑی ہے جو دیوار سے دونوں طرف ۲ فٹ نکلا ہوا ہے۔ بنیاد پر دباؤ ۲ ٹن فی مربع فٹ ہے۔ پائے کی موٹائی کیا ہونی چاہیے تاکہ پائے میں انتصابی جزی زور کی حدت ۴۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہو (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۹۔ چنائی کی ایک مدور کمان کا فصل ۴۰ فٹ، ارتفاع ۱۰ فٹ اور موٹائی ۲ فٹ ۹ انچ اور بھرائی چوٹی پر ۳ فٹ گہری ہے۔ اگر چنائی کا وزن ۱۱۲ پونڈ فی مکعب فٹ، بھرائی کا وزن ۱۱۰ پونڈ فی مکعب فٹ اور معادل مردہ بوجھ ۸۰ پونڈ فی مربع فٹ ہو تو کمان کی قائمیت کی جانچ کرو۔

۱۰۔ ایک ستون کا قاعدہ ۱۰ فٹ مربع ہے جس پر ۲۰۰ ٹن کا بوجھ آتا ہے۔ مٹی کا ٹھہراؤ کا زاویہ ۲۹° اور وزن ۱۲۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ مٹی کے دباؤ کے متعلق رینکن کا جو نظریہ ہے اس کی رو سے بنیاد کی ضروری گہرائی معلوم کرو۔

جواب: ۸٫۴۴ فٹ

۱۱۔ ایک پشتہ دیوار کی بلندی ۱۰ فٹ اور موٹائی چوٹی پر ۳ فٹ اور قاعدے پر ۵٫۴ فٹ ہے اور پشت انتصابی ہے۔ اس پر ۲۰° کے ڈھال کا سربار ہے۔ دیوار کا وزن ۱۱۲ پونڈ فی مکعب فٹ اور مٹی کا ٹھہراؤ کا زاویہ ۳۰° اور وزن ۱۱۲ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ دیوار کی قائمیت کی جانچ کرو۔

جواب: رینکن کے اور فانسے کے نظریے کی رو سے قائم

۱۲- اینٹ کی ایک ۱۸ انچی دیوار کی بلندی ۹ فٹ ہے۔ محسوب کرو کہ یہ دیوار کتنا اعظم دباؤ برداشت کرسکیگی۔ اور اس دباؤ میں اور تجربے سے جو دباؤ مناسب معلوم ہوتا ہے اس میں کوئی فرق ہو تو اس کی توجیہ کرو۔

۱۳- چنائی کے ایک مثلثی کٹے ب ا ج کی بلندی ۹۴ فٹ اور قاعدہ ب ج ۳۵ فٹ ہے۔ پانی کی طرف کے چہرہ ب ا میں پوری بلندی میں ۱ انچ کی سلامی ہے۔ کٹے کی چوٹی افقی خط ا د سے بنی ہے جس کا طول ۵ فٹ ہے اور کٹے کی پشت د میں کے انتصابی خط اور ج ا کے ڈھلواں خط سے مرکب ہے۔ کٹے کی تراشش کو مساوی بلندی کی سات افقی پٹیوں میں تقسیم کرکے زور کا خط اس صورت کے لیے کھینچو کہ پانی چوٹی تک ہو۔ چنائی کی کثافتِ اضافی = ۲٫۲۵ لو۔

باب ۱۵

۱- ایک کنکریٹ کا شہتیر چار ۵/۸ انچی مربع سلاخوں سے محکم کیا گیا ہے۔ طول سہاروں کے درمیان ۱۲ فٹ، عرض ۱۰ انچ، اور گہرائی ۱۲ انچ ہے۔ سلاخوں کے مرکز شہتیر کے نچلے پہلو سے ۱½ انچ اوپر ہیں اور باہم افقاً ۲½ انچ کے فاصلوں سے ہیں۔ اس شہتیر پر کتنا یکساں بوجھ ڈالا جاسکتا ہے اگر فولاد کی لچک کی حد ۸ ٹن فی مربع انچ، کنکریٹ کی انتہائی فشاری مضبوطی ا ٹن فی مربع انچ اور قدرِ سلامتی ۴ لی جائے۔ تعدیلی محور شہتیر کے مرکز پر لو اور مان لو کہ سارا تناؤ فولاد برداشت کرتا ہے۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۲- خاکوں کی مدد سے محکم کنکریٹ کے شہتیر کے بنانے کے معمولی طریقے سمجھاؤ۔ اس طرح کے محکم شہتیر کے مزاحمت کے مقیاس کے لیے جملہ حاصل کرو اور جو مفروضات اس کے لیے اختیار کیے جاتے ہیں اُن کو سمجھاؤ (بی۔ ایس سی لندن)۔

۳- ۸ انچ × ۱۱ انچ گہرائی کے ایک محکم کنکریٹ کے شہتیر میں چار $\frac{1}{2}$ انچی سلاخیں ہیں جن کے مرکز تہ سے ۱ انچ کے فاصلے پر ہیں۔ ۱۲ فٹ کے فصل کے لیے بے خطر بوجھ (ا) مرممہ شہتیر کے ضابطے سے (ب) صفر تناؤ اور خط مستقیم والے ضابطے سے محسوب کرو۔

ت = ۱۵۰۰۰، ت/ک = ۱۰۰، ف = ۵۰۰، م = ۱۵۔

جواب: (ا) ۱۲۰۵ پونڈ (ب) ۳۹۲۰ پونڈ شہتیر کے وزن کو شامل کر کے

۴- ایک محکم کنکریٹ کے T شہتیر کی سل ۷ انچ کی ہے، تعدیلی محور کی گہرائی ۱۰ انچ اور اعظم فشاری زور ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ اوسط فشاری زور معلوم کرو۔

جواب: ۳۹۱ پونڈ فی مربع انچ

۵- ایک T شہتیر کی سل کی گہرائی اور موثر گہرائی کا وہ ربط زور اور احکام کی رقوم میں معلوم کرو جس کے لیے تعدیلی محور سل کی تہ میں واقع ہو۔

جواب: گ س / گ > ۲ ر ت / ف

۶- ایک T شہتیر ۳۲۰۰۰۰ انچ پونڈ خماؤ کے معیار کو برداشت کرنے کے لیے مطلوب ہے۔ احکام کے مرکز تک گہرائی ۱۶ انچ ہے اور سل کی گہرائی ۴ انچ ہے۔ اگر ف = ۶۰۰ اور ت = ۱۶۰۰۰ تو احکام کا رقبہ اور سل کا موثر عرض کیا رکھنا چاہیے۔

جواب: ۱۰۳۹ مربع انچ، $\frac{3}{4}$ ۱۲ انچ

۷- ایک محکم کنکریٹ کا سقف ۹ انچ موٹا ہے اور احکام کا مرکز نچلے پہلو سے ۲ انچ کے فاصلے پر ہے۔ اگر ف = ۶۰۰، ت = ۱۵۰۰۰ اور م = ۱۵ تو ضروری احکام اور بے خطر بوجھ محسوب کرو۔

جواب: ۰٫۶۳ مربع انچ فی فٹ عرض، ۳۸۶ پونڈ فی مربع فٹ

۸- ایک ۱۲ × ۱۲ انچ مربع کنکریٹ ستون کو چار ۱ انچ قطر کی سلاخوں سے محکم کیا گیا ہے اور پوشش ۱ انچ ہے۔ ستون پر ۸۰۰۰۰ پونڈ کا راست مرکزی بوجھ ہے

اور اس کے علاوہ ہوا کی وجہ سے ۶۰۰۰ پاؤنڈ انچ کا خماؤ کا معیار عمل کر سکتا ہے۔ کنکریٹ اور فولاد میں اعظم زور محسوب کرو۔

جواب: ۵۶۳ اور ۷۹۵۰ پونڈ فی مربع انچ

۹۔ ایک محکم کنکریٹ کی کمان پسلی کی تراش ایک مقام پر ۳۶ انچ گہری اور ۱۴ انچ چوڑی ہے۔ احکام اوپر اور نیچے پانچ پانچ $1\frac{1}{8}$ انچ قطر کی سلاخوں پر مشتمل ہے اور پوشش $1\frac{1}{2}$ انچ ہے۔ اس تراش پر حاصل عمادی ڈھکیل تراش کے مرکزی خط سے ۶ انچ کا خروج المرکز رکھتا ہے۔ اس ڈھکیل کی اعظم قیمت معلوم کرو تاکہ کنکریٹ میں اعظم فشاری زور ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہو۔

جواب: ۲۱۶۰۰۰ پونڈ

۱۰۔ کنکریٹ کے ایک ۱۴ انچ مربع ستون کو چار $1\frac{1}{8}$ انچی سلاخوں سے محکم کیا گیا ہے اور اس پر ۵۰ ٹن کا بوجھ پڑتا ہے۔ ستون کے لیے ایک موزوں محکم کنکریٹ کی سل کا پایہ تجویز کرو۔ زمین کے لیے اعظم جائز دباؤ ۲ ٹن فی مربع فٹ ہے۔

۱۱۔ ۷ انچ عرض × ۸ انچ گہرائی کے ایک کنکریٹ کے مستطیلی تراش کے شہتیر کو دو $\frac{5}{8}$ انچ قطر کی بندھن سلاخوں سے محکم کیا گیا۔ یہ سلاخیں نچلے پہلو سے ۱ انچ کے فاصلہ پر ہیں۔ اس کا ۱۱ فٹ فصل پر ۲۵۰۰ پونڈ کے مرکزی بوجھ کے ساتھ امتحان کیا گیا۔ کنکریٹ اور فولاد میں اعظم زور معلوم کرو۔

جواب: ۱۱۳۰ اور ۲۰۴۰۰ پونڈ فی مربع انچ

۱۲۔ کنکریٹ کے ایک ستون کی بلندی ۱۵ فٹ اور تراشش ۱۲ انچ × ۱۲ انچ ہے اور اس کو چار $\frac{3}{4}$ انچ قطر کی سلاخوں کو معمولی طور سے پر باندھ کر محکم کیا گیا۔ ستون پر بے خطر بوجھ معلوم کرو اور اپنے اختیار کردہ مفروضات بیان کرو۔

جواب ۱۰۱۰۰۰ پونڈ

باب ۱۶

۱۔ دو کھمبے ۸ فٹ کے فاصلے سے ہیں اور ان پر ۳۰۰ اور ۲۰۰ ٹن کے بوجھ ہیں۔ ان کے لیے ایک مرکب اڑناٹی درکار ہے جس کی اوپر کی تہ میں ۱۴ فٹ طول کے تین شہتیر ہونے چاہییں۔ ہر ایک کے لیے مطلوبہ تراشی مقیاس معلوم کرو۔

جواب ۱۰۷۵ انچ اکائیاں

باب ۱۸

۱۔ ۲۰ فٹ فصل کے ایک بکس گرڈر پر ۶۵ ٹن کا منقسم بوجھ ہے۔ یہ ۲۴ انچ × ۶ انچ × ۵۷ کی دو بیلے فولادی کڑیوں اور فولادی کور تختیوں سے مرکب ہے۔ ۷ ٹن فی مربع انچ کا زور اور ہر ایک کڑی کا آج = ۵۳۳ انچ اکائیاں لے کر کور تختیوں کا موزوں سلسلہ معلوم کرو۔ تیار تراش کا ٹھیک ٹھیک وزن فی فٹ محسوب کرو اور اس کو یوں بیان کرو:-

$$\frac{\text{بوجھ (ٹن)} \times \text{فصل (فٹ)}}{\text{مستقل}}$$

جواب: تختیاں ۱۵ انچ × $\frac{3}{4}$ انچ، مستقل = ۶۰۔

۲۔ ۳۵ فٹ فصل کے ایک بکس گرڈر کو ۷۵ ٹن کے یکساں منقسم بوجھ کے لیے تجویز کرو۔ پہلے تختیوں کے عرض اور گرڈر کی موثر گہرائی کی سہولت بخش قیمتیں لے کر ایک موزوں تراشیں محسوب کرو۔ مجوزہ تراش کھینچو اور گرڈر کی کور کا سطحی خاکہ دکھاؤ اور دکھاؤ کہ کور تختیوں کو کس طرح ترتیب دو گے۔ ریوٹ $\frac{5}{8}$ انچی اور گھائی ۴ انچ لی جاسکتی ہے۔

grillage ۵ —

جواب :- ۲ ½ × ۴ ½ انچ × ½ ۱ انچ کے زاویے ۳ تختیاں ۱۸ انچ × ½ انچ۔

۳- ایک فولادی تختی کے پیٹا گرڈر پر جس کی کوریں متوازی ہیں ۱۰۰ فٹ فصل پر ۲ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ آتا ہے۔ مرکزی تراش کو تجویز کرو دکھاؤ کہ کور کی طولی تراش کو کس طرح تجویز کرو گے۔ اور کور اور پیٹے کو جوڑنے والے ریوٹوں کی گھائی معلوم کرو۔ پیٹے کی تجویز کو عام الفاظ میں بیان کرو۔ (بی ایس سی لندن)۔

۴- ایک ریل کے پل کے جس پر دو لائینیں ہیں آڑے گرڈروں کا فصل ۲۵ فٹ ہے پل پر دو حرّا کے ایک ساتھ آسکتے ہیں۔ پہیوں کے ایک جوڑے پر اعظم وزن ۱۸ ٹن ہے اور آڑے گرڈروں اور فرش کی وجہ سے وزن فی طولی فٹ ½ ٹن لیا جا سکتا ہے۔ اندرونی پٹریوں کا باہمی فاصلہ ۶ فٹ ہے اور ہر ایک لائن کی دونوں پٹریوں کے مرکزوں کا فاصلہ ۵ فٹ ہے۔ گرڈر کی گہرائی ۲ فٹ ۳ انچ اور کوروں کا عرض ۱ فٹ ۱ انچ ہے۔ آڑے گرڈروں کی وسطی تراش کے لیئے موزوں ابعاد معلوم کرو۔ (بی ایس سی لندن)۔

۵- ۶۰ فٹ فصل کے ایک تختی دار گرڈر کی گہرائی ۶ فٹ ہے اور اس پر ½ ۲ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ ہے۔ پیٹے کی موٹائی ½ انچ ہے اور وہ کوروں کو زاویوں کے ذریعے جوڑا گیا ہے۔ پیٹے میں کے ریوٹوں کی گھائی ۴ انچ ہے۔ جزی زور ۴ ٹن فی مربع انچ اور مسندی زور ۸ ٹن فی مربع انچ مان کر ریوٹوں کا قطر معلوم کرو۔ نیز گرڈر میں وہ مقام معلوم کرو جہاں ریوٹوں کا قطر ¾ انچ بے خطر ہوگا۔ (بی ایس سی لندن)۔

۶- ۴۰ فٹ فصل اور ۴ فٹ گہرائی کے ایک تختی کے پیٹے کے گرڈر کو ۳ ٹن فی طولی فٹ کا یکساں بوجھ برداشت کرنا ہے۔ گرڈر کے وزن کا تخمینہ کرو اور ایک موزوں وسطی تراش تجویز کرو۔ واضح طور پر بتاؤ کہ سروں پر پیٹے اور زاویوں کو جوڑنے والے ریوٹوں کی ضروری گھائی اور کور تختیوں کا ضروری طول کس طرح معلوم کیا جائیگا۔ (بی ایس سی لندن)۔

۷- ایک ۳۰ فٹ طول اور ۴ فٹ گہرائی کے تختی دار گرڈر کو ۶ ٹن فی طولی فٹ کے یکساں منقسم مردہ بوجھ کے معادل بوجھ برداشت کرنا ہے۔ کوروں کا عرض ۱۶ انچ ہے۔ مرکز پر کوروں کی ضروری موٹائی معلوم کرو۔ کوریں پیٹے کو $4\frac{1}{2}$ انچ × $4\frac{1}{2}$ انچ × $\frac{1}{2}$ انچ کے زاویوں سے جوڑی گئی ہیں۔ ریوٹوں کے سوراخوں کے لیے جو مادہ کاٹ کر نکال دیا جائیگا اُس کی رعایت کس طرح رکھی جائیگی اور کوروں کی مختلف تختیوں کے طول کس طرح طے پائینگے۔ زور کی کامی حدت تناؤ میں ۹ ٹن فی مربع انچ اور فشار میں ، ٹن فی مربع انچ اور ریوٹوں کا قطر $\frac{7}{8}$ انچ لو۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۸- ایک پٹواں لوہے کے گرڈر کا طول ۲۰ فٹ اور گہرائی ۲ فٹ، کوروں کا عرض ۹ انچ اور موٹائی $\frac{3}{4}$ انچ، اور پیٹے کی موٹائی $\frac{3}{8}$ انچ ہے۔ کوروں میں زور کی اعظم حدت ۵ ٹن فی مربع انچ کے ساتھ گرڈر کتنا یکساں منقسم بوجھ برداشت کر سکیگا۔ پیٹے اور کور کے درمیان مرکز سے سرے تک مجموعی اُفقی جز کتنا ہوگا۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

۹- ایک تختی دار گرڈر کی تجویز میں ایک خاص تراشش پر جزی قوت ۲۱۲ ٹن پائی گئی۔ اگر اس نقطے پر گرڈر کی اوسط گہرائی ۱۲ فٹ ہو تو (ا) پیٹے کی موٹائی اور (ب) پیٹے کی تختی کو کوروں سے جوڑنے والے ریوٹوں کی گھائی معلوم کرو۔ کامی جزی زور ۹۰۰۰ پونڈ اور ریوٹوں کا قطر $\frac{7}{8}$ انچ لو۔ (اے، ایم، آئی، سی، ای)۔

جواب: (ا) $\frac{3}{8}$ انچ (ب) ۵ انچ

فہرستِ اصطلاحات

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز

حصۂ دوم

انگریزی	اُردو
A	
Arch Portal	کماندار چوکھٹا
B	
Back stay	عقبی تھام
Balk	شہتیر
Box girder	بکس گرڈر
Brattice cloth	براٹس کپڑا۔ موٹا پن روک کپڑا
Bressummer	گنیل
Brindle	پٹے دار
C	
Camber	تحدّب
Centering	قالب
Checkered	گومڑے دار
Coke breeze	کوک چُورا
Collar beam	ہنسلی شہتیر
Column lacing	ستون کے بندھن
Corrugated iron	نابدار لوہا
Counterbrace	پس رُباط
Crippling	خم آور
D	
Deck bridge	عرشہ پُل
Dip	جھوک
Dished plate	رکابی نما تختی
Distortion	بگاڑ
E	
Erecting	کھڑا کرنا
Extrados	پشتِ محراب
Eye bar	آنکھ سلاخ
F	
Fascia work	پٹی دار کام

انگریزی	اُردو
Filler	بھراؤ
Fillet	گول کونا
Fish belly	ماہی شکم
Floor	فرش
Foot bridge	پیدل پُل
Footway	پیدل راستہ
Fork	دوشاخہ
Framework	ڈھانچہ
Friable rock	سودنی چٹان
G	
Gantry girder	مچان گرڈر
Glazing	شیشہ بندی
Grillage	اڑناٹی
Grout	پلاوا
H	
Hair-felt	بال نمدہ
Hammer beam	ہتھوڑا شہتیر
Heel	ایڑی
Higher water level	بلند سطحِ آب / بلند آب لیول
Homogeneous	متجانس
I	
Interlocking	گُٹھواں
Intrados	شکم (کمان یا محراب)

انگریزی	اُردو
Isolated	مجرّد
J	
Jack arch	کمانچہ
Jarrah sett	جارہ گندا
K	
Kerbs	کرٹے
Knee bracing	رُکبی رباط بندی
Knuckle	ڈُگ - ڈُگیا
Knuckle joint	ڈُگیا جوڑ
L	
Line of rupture	خطِ انشقاق
M	
Monkey	بندر (ایک قسم کا ہتھوڑا)
N	
Node	عُقدہ
O	
Ordnance	آرڈیننس
Oscillation	اہتزاز
P	
Pier	پایہ
Pinnacle	کلس
Portal bracing	دریچہ رباط بندی
Purlin	پکھاڑی (تلنگی)
Q	
Queen post	رانی کھم

انگریزی	اردو
R	
Raking post	مائل کھم
Reciprocal figures	متکافی اشکال
Redundant	زائد محکم
Reinforcing bars	احکامی سلاخیں
Rise	ارتفاع یا اُچکّا
Rocker	جھولنی
Rocker bearing	جھولنی مسند
Rosette	پھول
S	
Sag	جھوک
Saw-tooth roof truss	آری دانت چھت قینچی
Segmental roller	قطعی بیلن
Separator	فارق
Shear leg	قینچ پا
Shear Reinforcement	جزی احکام
Skewback	کمان ٹیک
Slung span	آونگی فصل
Soffit tile	زیریں کھپرا
Sole plate	تل تختی
Spandrel	کمان شانہ
Spates	لوٹیں (واحد = لوٹ)
Springing	جست
Stiffened bridge	متصلّب پُل
Stringer	نردبان
Surcharged wall	سربار دیوار
Sway bracing	وتری رباط
T	
Terra cotta	پکّی مٹی
Through bridge	میانہ پُل
Thrust	دھکیل
Tripod	تپائی
Trough floor	ناندنما فرش
Troughing	نالیدار فرش سازی
U	
Under pressure	زیریں دباؤ
W	
Warehouse	مال خانہ۔ کوٹھا
Washer	واشر
Wind bracing	ہوا رباط
Z	
Zig-Zag-Riveting	کج مج یا لہریا ریوٹ کاری

اشاریہ

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز

(حصۂ دوم)

اغلاط نامہ

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز

(حصۂ دوم)

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۴۶۷	فٹ نوٹ	Bnchanan	Buchanan	۵۱۷	۲	۵۲۲	۵۳۲
۴۶۹	" "	Fedler	Fidler	۵۲۶	۱۱	ہ	یہ
۴۷۲	۱۰	فرا ۲ یا ۲	فرما ۲	۵۳۹	۲		}
۴۹۱	۹	۲ء۳۳	۳ء۳۳	۵۴۳	۱	ب/ا	ب/ا
"	۱۱	۳ء۴۶	۲ء۴۶	۵۶۷	۹	ا-	ا+
۴۹۱ کے بعد		۳۹۳	۴۹۲	۵۸۱	۱۷	(و+ق)	(د+ق)
۴۹۷	۵	ز	ث	۶۰۷	۱۰	ہوتے ہیں	ہوتا ہے
۴۹۸	۱۵		∴	۶۱۸	۱۴	لیا	کیا
"	۱۶	جم	ا جم	۶۴۸	۶	کتنی دیر	کتنی دیر
۵۰۰	۱۰	۵ء۵۸	۵ء۸۸	۶۵۱	۲	کیر التعداد	کثیر التعداد
۵۰۱	۱۸	۱۷۷۴	۱۵۷۴	۶۸۲	۵	تصب	نصب
۵۱۱	۱۷	دہی	وہی	۶۹۵	۱۱	۳۵ء	۲۳۵ء
۵۱۶	۱۱	گرڈر	گرڈر	۷۰۹	۴	تقریبا	تقریباً

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۷۱۲	۵	سے	کی
۷۱۳	سطر ۹ خانہ ۷	راب روک	داب روک
〃	سطر ۱۸ خانہ ۷	۲ ۲/۴	۲ ۳/۴
〃	سطر ۱۸ خانہ ۸	۸ ۲/۴	۸ ۳/۴
۷۲۰	فٹ نوٹ	Iust	Inst
۷۳۲	۳	کرے	کرنے
۷۳۴	۹	(staggers)	(stagger)
۷۴۳	۱۰	یک	ایک
۷۴۸	۱	متنغیر	متغیر
۷۵۱	۱	لگافی	لگانی
۷۶۶	۹	И	N
〃	فٹ نوٹ	uddingten	uddington
۷۷۳	۵	.رتی	برقی
۷۸۷	سطر ۶ خانہ ۲	۳،۴۰	۳،۴۵۰
۸۰۱	سطر ۶ خانہ ۹	۲،۵۸۹	۱،۵۸۹

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۸۱۰	۱۴	تھول	تطول
۸۱۱	۱۶	اپچ	انچ
۸۱۲	۱۴	ایک	۱- ایک
〃	۲۰	۵	۵ ٹن
۸۳۰	۲۲	گرو	گرد
۸۳۱	۲۴	قیبچ	قینچ
۸۳۶	۱۴	کماثیں	کمانیں
۸۴۰	۹	حط	خط

فہرست مضامین

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲	۱۴	ے	پر

اشاریہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳	۲۳	متکانی	متکافی
۶	۱۸	تختی کرڈر	تختی گرڈر

اغلاطِ اشکال

تعمیروں کا نظریہ اور تجویز۔ حصۂ دوم

نمبر	صفحہ	غلط	صحیح
۴۰۸	۱۳۰	جاگ	جاگَ
۴۰۹	۱۳۱	ُو	وَ
۴۹۳	۱۵۵ دائیں طرف	ما	۷
۵۰۵	۱۵۵ ب پیچھے کی طرف		۲۰
۵۰۹	۱۵۶	ت۴ ت۴	ت۴ ت۲
۵۱۰	۱۵۷	ت۱	ت۲
۵۱۵	۱۶۰		ر
۵۱۷	۱۶۱	ول ۶	ول ۱۶
۵۲۱	۱۶۲ کے نیچے	قبضہ وار	قبضہ دار
۵۳۴	۱۶۸	ط۱	ط۲
۵۴۷	۱۷۲		۰
۵۶۶	۱۷۸ کے نیچے	) ۵	ع۵
۵۹۹	۱۹۰	خانہ	فانہ
۶۲۶	۱۹۸	گع	گ ـ ع
۶۵۴	۲۰۹ نیچے سے سطر ۵	۶ ا	۶ اَ
۶۵۸	۲۱۲	۔ ۳َ فٹ	۶ ۳َ
۶۷۸	۲۲۲	۲ ۶َ مربع	۶ ۲َ مربع
۷۰۲	۲۳۸ اندرون	۲/۱۶	۵/۱۶
۷۰۳	۲۳۹ درمیانی حصہ	۵ ۴ ×	۵ ۴ I
〃	آخری حصہ	خ ۴	۶ ۲

نمبر	صفحہ	غلط	صحیح
۷۰۴	۲۴۰ بائیں جانب	۲[۱/۲ ۴	۲ زاویے ۱/۲ ۴
〃	بائیں جانب اوپر	زاویے ۳ × ۳ × ۱/۴	زاویے ۳ × ۳ × ۱/۴
〃	۲۴۰	۱/۲ ۱ ۴	۱/۲ ۱ ۴
۷۰۵	۲۴۱	وابستہ	دربستہ
۷۱۶	۲۴۹	کھاڑیاں	پکھاڑیاں
۷۳۴	۲۵۰	۳/۴ ۹ ۵	۳/۴ ۹ ۵
〃	وسط میں		۱ قطر بندھن سلاخیں
〃	۲۵۰	۵/۶ سراتختی	۵/۱۶ سراتختی
〃	〃	۱/۲ ۳ ۱/۲ ۳ × ۲ زاویے	۱/۲ ۳ × ۱/۲ ۳ × ۱/۲ زاویے
۷۳۵	۲۵۱ دائیں جانب	بالائی انکو تراشے	بالائی آنکھ تراشے
〃	〃	زیریں انکو ترافے	زیریں آنکھ تراشے
۷۳۶	۲۵۲ اوپر کی طرف	۱/۲ ۴ ۱۳	۱/۲ ۴ ۱۳
〃	وسط کے نیچے	تختی ۸ × ۱/۲	تختی ۸ × ۱/۲
۷۳۷	۲۵۳ دائیں کنارے پر		مرکزی خط کا گرڈر
〃	بائیں طرف نیچے	زاویہ ۲ × ۱/۲ ۴ × ۴/۸	زاویہ ۴ × ۱/۲ ۴ × ۳/۸
۷۴۹	۲۶۲ درمیان میں	ب	ب۱
〃	〃	و	و۱
۷۶۴	۲۷۰ دائیں کنارے پر	طرفی تختیاں ۱۱/۲۱	طرفی تختیاں ۱۱/۱۶
〃	بائیں کنارے پر	۵ ۲	۹ ۲

صفحہ	شکل	غلط	صحیح	صفحہ	شکل	غلط	صحیح
۷۶۷	۲۷۱ درمیان میں		$\frac{1}{2}$ آ آ	۷۷۴	۲۷۴ ا بائیں جانب اوپر	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$
"	"	جوڑ صلاس	جوڑ سلاخیں	۷۷۷	۲۷۳ اوپر	۳' ۰"	۴' ۰"
"	اوپر	بھرائی $\frac{3}{4}$	بھرائی $\frac{3}{4}$	"	نیچے	$\frac{7}{8}$ ریوٹ	$\frac{5}{8}$ ریوٹ
۷۶۸	۲۷۲ اوپر	۲۰	۲' ۰"	۷۷۹	۲۷۵	۵ $\frac{7}{8}$	۵ $\frac{5}{8}$
"	نیچے	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	۷۸۱	شکل انجے کی درمیانی شکل		۷